

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1936-1937

N° 13

Etude botanique, chimique
et pharmacodynamique
de diverses espèces des genres
Anabasis et *Haloxylon*

THÈSE

pour l'obtention du Diplôme de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(PHARMACIE)

présentée et soutenue le Jeudi 18 Mars 1937

par

Y. ROSENGART-FAMEL

PHARMACIEN

JURY :

MM. Em. PERROT, *président*

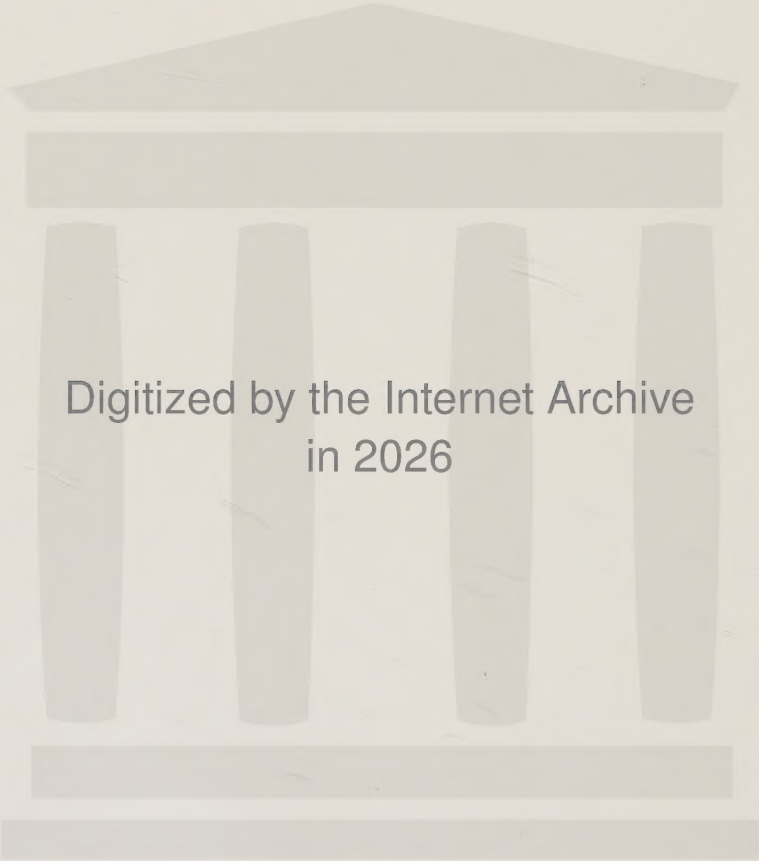
P. GUÉRIN, *professeur*

R. DELABY, *chargé de cours*

Imprimerie LOUIS GOULHOT

15, RUE SADI-CARNOT - BAGNOLET

1937



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1936-1937

N° 13

Etude botanique, chimique
et pharmacodynamique
de diverses espèces des genres
Anabasis et *Haloxylon*

THÈSE

pour l'obtention du Diplôme de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(PHARMACIE)

présentée et soutenue le Jeudi 18 Mars 1937

par

Y. ROSENGART-FAMEL

PHARMACIEN

JURY :

MM. Em. PERROT, *président*

P. GUÉRIN, *professeur*

R. DELABY, *chargé de cours*

Imprimerie Louis GOULHOT

15, RUE SADI-CARNOT - BAGNOLET

1937

PERSONNEL DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

ADMINISTRATION

MM. GUÉRIN, *Doyen*, O. ✱, ☉ I.
P. LEBEAU, *Assesseur*, O. ✱, ☉ I.
P. DESPORT, *Secrétaire*, ✱, ☉ I.

PROFESSEURS

MM. GUÉRIN, O. ✱, ☉ I.....	Botanique générale.
PERROT, C. ✱, ☉ I.....	Histoire naturelle des médicaments.
COUTIERE, O. ✱, ☉ I....	Zoologie.
LEBEAU, O. ✱, ☉ I.....	Pharmacie chimique.
BOUGAULT, O. ✱, ☉ I..	Chimie analytique.
GORIS, O. ✱, ☉ I.....	Pharmacie galénique.
TASSILLY, O. ✱, ☉ I....	Physique.
DAMIENS, ✱, ☉ I.....	Chimie minérale.
HERISSEY, O. ✱, ☉ I..	Chimie biologique.
SOMMELET, ✱, ☉ I....	Chimie organique.
LUTZ, ✱, ☉ I.....	Cryptogamie et Microbiologie.
FABRE, ✱, ☉ I.....	Toxicologie.
LAUNOY, O. ✱, ☉ I....	Professeur sans chaire.

Doyen honoraire : M. RADAIS, O. ✱, ☉ I.

Professeurs honoraires :

MM. BEHAL, G. O. ✱, ☉ I. et DELEPINE, O. ✱, ☉ I. membres de l'Institut,
et GUERBET, ✱, ☉ I.

CHARGÉS DE COURS

MM. Marc HONNORAT, ✱, ☉ I. Législation et Déontologie pharmaceutiques.
LAUNOY, O. ✱, ☉ I..... Pharmacodynamie.
DELABY, ✱, ☉ I..... Hydrologie et Hygiène.
PICON, ☉ I..... Chimie minérale.
BACH, ☉ I..... Microbiologie.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. DELABY, ✱, ☉ I.	MM. BACH, ☉ I.
PICON, ☉ I.	BEDEL, ☉ I.
MASCRÉ, ☉ I.	REGNIER, ☉ I.
FLEURY, ☉ I.	

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. BEDEL, ☉ I., *agrégé*, chargé des T. P. de 1^{re} année. Chimie générale.
FLEURY, ☉ I. et REGNIER, ☉ I., *agrégés*,
chargés des travaux de Chimie analytique.
SOUEGES, ☉ I..... Micrographie.
LEROUX, ✱, ☉ I..... Physique.
DEVAL, ✱, ☉ I..... Microbiologie.
DELABY, ✱, ☉ I., PICON, ☉ I. et MASCRÉ, ☉ I. :
agrégés, chargés des travaux généraux de 4^e année.

Bibliothécaire en Chef : M. GARNIER, ☉ A.



A mon Grand-Père

Pierre FAMEL

In memoriam.

A M. le Professeur P. GUÉRIN

DOYEN DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

*qui nous a fait le grand honneur de
bien vouloir s'intéresser à nos travaux.*

*Qu'il veuille trouver ici le témoi-
gnage de notre profonde gratitude et
de notre respectueuse reconnaissance.*

A M. le Professeur Em. PERROT

COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES COLONIALES

*Hommage de bien vive gratitude
pour la bienveillance toute particulière
qu'il m'a témoignée en voulant bien
accepter la présidence de cette Thèse,
et témoignage de profonde admiration.*

A M. le Professeur agrégé R. DELABY

CHARGÉ DU COURS D'HYDROLOGIE ET D'HYGIÈNE
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Témoignage de bien sincère reconnaissance.

INTRODUCTION

Si la France doit son empire colonial à quelques grands soldats, c'est aux travaux d'une élite de savants qu'elle doit la connaissance et l'exploitation des richesses du sol de la « Nouvelle France ».

M. le Professeur Em. PERROT, qui contribue si puissamment à faire connaître les plantes méconnues ou inutilisées jusqu'à ce jour, a bien voulu nous confier l'étude de quelques Chénopodiacées que l'on rencontre en certains points de l'Algérie et du Maroc.

Lors de voyages au Sahara algérien et au Maroc, M. le Professeur Em. PERROT avait eu son attention retenue par les *Anabasis* et *Haloxylon* qu'il y avait rencontrés. Se souvenant des modifications apportées à certains végétaux par le voisinage de la mer, il estimait que le fait de croître sur l'emplacement d'anciens lacs salés devait nécessairement amener ces plantes à subir des modifications analogues à celles observées chez les espèces du littoral.

M. le Professeur Em. PERROT nous chargea donc d'une étude aussi complète que possible des *Anabasis* de l'Afrique du Nord.

En raison de la parenté de ceux-ci avec une espèce voisine, l'*Haloxylon tamariscifolium* Pau, avec lequel on les a parfois confondus, il fut décidé que le travail porterait à la fois sur cet *Haloxylon* et sur les *Anabasis*.

Les espèces que nous avons pu nous procurer sont les suivantes :

l'*Anabasis prostrata* Pomel, récolté aux environs d'Oran;

l'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss., que M. le Docteur P. BRIAND, sur les indications de M. PERROT, a pu ramasser en abondance dans le Sud-Oranais;

l'*Anabasis articulata* Moq., que nous devons à l'amabilité de M. CHANCOGNE, pharmacien à Bou-Saâda;

enfin l'*Haloxylon tamariscifolium* Pau (syn. *H. articulatum* Bunge), que M. le Professeur René MAIRE a fait recueillir à notre intention aux environs de Beni-Ounif, dans le Sud-Oranais.

Un *Anabasis* asiatique a donné lieu, au cours de ces dernières années, au point de vue chimique, à des travaux nombreux : c'est l'*Anabasis aphylla* L.; nous l'avons spécialement examiné au point de vue histologique, car, à notre connaissance, une telle étude n'avait pas encore été publiée. D'autre part, il était de la plus haute importance de comparer la composition chimique des espèces de l'Afrique du Nord à la composition déjà connue de cette plante.

Enfin, il nous a semblé tout indiqué d'ajouter à ces données d'ordre botanique et chimique, les résultats de quelques essais pharmacodynamiques.

Nos recherches ont été exécutées au Laboratoire de Matière médicale de la Faculté de Pharmacie, sous la haute direction de M. le Professeur Em. PERROT, membre de l'Académie de Médecine et de l'Académie des Sciences coloniales.

Qu'il nous soit permis de lui exprimer, en même temps que notre respectueuse admiration, nos très vifs remerciements et notre profonde reconnaissance pour avoir bien

voulu nous conseiller et nous guider tout au long de notre travail, avec tant de bienveillance et avec une patience inlassable.

Que ce Maître éminent soit assuré que ce n'est pas en vain qu'il nous a consacré de nombreux moments : ses précieux enseignements resteront à jamais gravés dans notre mémoire.

Que M. le Doyen P. GUÉRIN, qui nous a fait le grand honneur et la grande joie de daigner faire partie du Jury de cette Thèse, veuille bien trouver ici le témoignage de notre profonde déférence et nos remerciements respectueusement reconnaissants.

Nous exprimons notre vive gratitude et nos très sincères remerciements à M. le Professeur Agrégé R. DELABY, chargé du Cours d'Hydrologie et d'Hygiène, juge de notre travail, pour l'intérêt qu'il nous a manifesté pendant tout notre séjour à la Faculté de Pharmacie et plus particulièrement à l'occasion de notre Thèse.

Notre reconnaissance s'adresse aussi à tous nos Maîtres de la Faculté, à qui nous devons notre instruction professionnelle et qui nous ont toujours témoigné la plus bienveillante sollicitude.

Qu'il nous soit permis, en témoignage de profonde reconnaissance, de rappeler ici le nom du Docteur P. BOURCET, décédé pendant notre séjour au Laboratoire.

Notre souvenir ému va également à la mémoire du Docteur J. MAHEU, emporté en quelques jours, pendant l'impression de cette Thèse ; nous n'oublierons pas ses aimables conseils et son précieux concours pour l'exécution des dessins qui illustrent ce travail.

Que M. le Docteur R. WEITZ veuille trouver ici l'expression de notre vive reconnaissance et nos très sincères remerciements pour avoir bien voulu, en toute circonstance

pendant nos recherches, nous faire bénéficier de son expérience et de sa profonde érudition, en nous prêtant le plus aimable concours.

Nous remercions vivement M. R. PARIS, Docteur ès sciences, chef de laboratoire à l'École pratique des Hautes-Etudes. Son expérience, ses avis et sa haute compétence nous ont été particulièrement précieux pour toutes les questions de chimie et de pharmacodynamie.

Nous ne manquerons pas d'exprimer également notre gratitude aux personnalités qui nous ont apporté leur concours en nous procurant, parfois en quantité assez élevée, les matériaux nécessaires à nos recherches :

M. le Professeur René MAIRE, de la Faculté des Sciences d'Alger, dont la compétence est unanimement reconnue pour tout ce qui touche à la flore de l'Afrique du Nord et du Sahara;

M. le Professeur ORECHOFF, bien connu des chimistes français, directeur de l'Institut chimique pharmaceutique, à Moscou, qui a eu la grande amabilité de nous faire parvenir un bel échantillon de l'*Anabasis aphylla* L., plante sur laquelle ont porté plusieurs de ses importants travaux:

Enfin M. G. CHANCOGNE, pharmacien à Bou-Saâda, qui nous a procuré un échantillon d'herbier de l'*Anabasis articulata* Moq., en même temps que des renseignements sur l'habitat de cette espèce.

M. le Docteur Pierre BRIAND, qui, au cours de son séjour dans le Sud-Oranais, a pu récolter en abondance l'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss., une des espèces les plus caractéristiques de cette région, a bien voulu nous adresser d'intéressantes précisions sur les lieux d'habitat des *Anabasis*: nous le prions d'agréer l'expression de nos très sincères remerciements.

PLAN DE L'OUVRAGE

INTRODUCTION	9
PREMIÈRE PARTIE. — Etude Botanique.	
I. Généralités sur la famille des Chénopodiacées :	
a) Morphologie externe	15
b) Structure histologique	18
II. Classification de la famille.....	21
III. Caractères des genres <i>Anabasis</i> et <i>Haloxylon</i>	27
DEUXIÈME PARTIE. — Etude Histologique	
I. <i>Anabasis aphylla</i> L.....	31
II. <i>Anabasis prostrata</i> Pomel.....	49
III. <i>Anabasis arctioides</i> Moq. et Coss.....	57
IV. <i>Anabasis articulata</i> Moq.....	71
V. <i>Haloxylon tamariscifolium</i> Pau.....	83
TROISIÈME PARTIE. — Etude Chimique	
I. Recherches antérieures	95
II. Recherches personnelles :	
a) Essais préliminaires (Recherche des alcaloïdes)	105
b) Extraction des alcaloïdes bruts.....	106
c) Teneur en principes alcaloïdiques.....	107
d) Etude spéciale des alcaloïdes de l' <i>Haloxylon tamariscifolium</i> Pau.....	108
QUATRIÈME PARTIE. — Etude Pharmacodynamique	
a) Pharmacodynamie de l'anabasine.....	115
b) Action de quelques espèces nord-africaines sur le cobaye et le poisson.....	120
c) Action sur le chien chloralosé.....	121
CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	125
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	129

PREMIÈRE PARTIE

ETUDE BOTANIQUE

I. Généralités sur la famille des Chénopodiacées

A. Morphologie externe

On donne le nom de Chénopodiacées à une famille de plantes Angiospermes, Dicotylédones, Apétales, à fleurs généralement hermaphrodites (parfois unisexuées), à ovaire uniloculaire, le plus souvent bicarpellé, avec un seul ovule campylotrope porté par un funicule allongé; graine albuminée ou presque exalbuminée, à embryon toujours arqué ou spiralé.

Le mot Chénopodiacées a été fourni par le nom (*Chenopodium*) d'un genre largement répandu dans l'Ancien et le Nouveau Monde, comptant une cinquantaine d'espèces qui correspondent aux Ansérines des botanistes français.

D'une façon générale, on rencontre de préférence les Chénopodiacées partout où le sol renferme diverses matiè-

res salines, chlorure de sodium et nitrates en particulier, par exemple lorsque l'évaporation des masses d'eau de certaines mers intérieures a imprégné les terrains de sels : pour une raison analogue, on les trouve souvent au voisinage des décombres; en un mot, ce sont très souvent des « halophytes ». Cette particularité a même valu à un genre et à une tribu de la famille les noms de *Salsola* et de *Salsolées*.

Les Chénopodiacées croissent en grand nombre vers les rivages des océans comme dans les steppes de l'Asie (Turkestan, région aralo-caspienne, Chine centrale); sur le littoral de la mer Rouge comme en Afrique du Nord et aux confins du Sahara; en Afrique australe: dans les prairies de l'Amérique du Nord comme dans les pampas de l'Amérique du Sud; enfin en Australie (BUNGE).

Les genres les plus importants de la famille : *Chenopodium*, *Atriplex*, *Salicornia*, *Salsola*, ont des représentants en de nombreuses régions du Nouveau comme de l'Ancien Continent.

A l'exception de quelques petits arbres, peu nombreux (*Haloxylon Ammodendron* Bunge, *Arthrophytum*, *Salsola*), les Chénopodiacées sont représentées par des plantes herbacées, parfois charnues (*Salicornia*, *Beta*), annuelles ou vivaces, et par de petits arbustes à feuilles isolées (certains *Salsola*), ou opposées (*Chenopodium polyspermum* L., *Anabasis* et *Haloxylon* divers, *Salsola Kali* L., etc.). Ces feuilles sont quelquefois rudimentaires (*Salicornia*), ou du moins très réduites (*Anabasis* et *Haloxylon*), dépourvues de stipules, à limbe souvent entier, ou hasté (*Atriplex*), ou parfois lobé (*Chenopodium multifidum* L., *Chenopodium Botrys* L.).

Leurs fleurs, verdâtres, bleuâtres ou rougeâtres, de taille généralement réduite, quelquefois unisexuées (*Spinacia*),

sont généralement groupées en épis (*Beta*), ou en grappes (*Chenopodium urbicum* L.), ou en cymes bipares, ou en glomérules, réunis en inflorescences composées.

Dans le cas des fleurs unisexuées, la plante peut être monoïque (*Atriplex*), ou dioïque (*Spinacia*).

Le périanthe ne comprend en général qu'un seul verticille, sépaloïde ou pétaloïde, à cinq pièces, parfois quatre ou deux (fleurs femelles des *Atriplex*), plus ou moins soudées.

L'androcée est constitué de cinq étamines (quelquefois quatre ou trois), épisépales, plus ou moins enveloppées par le sépale postérieur.

Les anthères sont introrses et biloculaires.

De petits staminodes, placés entre les bases des filets staminaux, existent dans plusieurs genres, en particulier chez les *Anabasis* et *Haloxylon*.

Souvent, on voit un disque nectarifère plus ou moins développé, parfois charnu, par exemple chez les *Beta*.

L'ovaire est formé de deux carpelles antéro-postérieurs (ou de trois carpelles), étalés et concrescents entre eux pour former un ovaire uniloculaire qui, surmonté de styles et stigmates en nombre variable (trois ou quatre chez les *Spinacia*, deux chez le *Salsola Kali* L., certains *Atriplex*, chez les *Anabasis*), renferme parfois plusieurs ovules, mais le plus souvent un seul ovule campylotrope basilaire et dressé, ou parfois horizontal pourvu d'un long funicule.

Le nom de Centrospermées, donné à tout un groupe de familles qui embrasse les Polygonacées, Phytolaccacées, Chénopodiacees, Amarantacées, etc. (1), vient précisément de cette disposition d'un seul ovule inséré selon l'axe médian du pistil.

(1) L. GUIGNARD. — Le jardin botanique de la Faculté de Pharmacie de Paris, 4^e édition, revue et mise à jour par P. GUÉRIN, 1929, pp. 15 et 79.

Dans des cas nombreux, la fleur est accompagnée de deux ou trois petites bractées (en général deux bractéoles latérales chez les *Salicornia*, les *Salsolées* et les *Polycnémées*, trois chez les *Beta*).

Le fruit est tantôt charnu (baie), tantôt sec, indéhiscant (akène), ou parfois déhiscant (pyxide dans le genre *Beta*). Il reste entouré par le calice persistant (*Kochia*, *Haloxylon*, etc.), ou même accrescent (*Anabasis*, etc.). Il renferme une seule graine, avec un embryon plus ou moins enroulé et un albumen inégalement développé, ce qui permet de diviser la famille en :

Cyclolobées : embryon circulaire ou annulaire, à l'intérieur d'un albumen abondant (*Chenopodium*, *Atriplex*, *Beta*, *Spinacia*, *Salicornia*, etc.) ;

Spirolobées : embryon contourné en spirale, avec un albumen généralement nul (*Salsola*, *Anabasis*, etc.), subsistant plus ou moins dans certaines espèces, mais alors divisé en deux moitiés, situées de part et d'autre de l'embryon.

B. Structure histologique

Dans leur structure, la racine et la tige des Chénopodiacées présentent des anomalies caractéristiques.

Il se développe presque toujours, dans la région pérycclique, des faisceaux libéro-ligneux surnuméraires qui restent isolés dans le parenchyme secondaire (*Beta*, *Chenopodium* et *Salicornia* divers, *Obione* [*Atriplex*] *portulacoides* Moq.). De plus, il existe dans la racine, dès le jeune âge, une certaine dissymétrie (1). De cette disposition des

(1) H. SOLEREDER. — Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899, pp. 740-749.

faisceaux primaires résultera la configuration spiralée du cambium et des faisceaux auxquels ce dernier va donner naissance.

M. FRON ayant constaté que, chez les Spirolobées et chez quelques Cyclolobées, l'extrémité de la radicule est comprimée par les cotylédons ou la tigelle, en déduisit que telle est l'origine de la dissymétrie observée chez la plupart des Chénopodiacées. Au contraire, lorsque la radicule n'est pas comprimée dans l'embryon, la plante affecte ultérieurement une structure symétrique (1).

En raison de l'habitat des Chénopodiacées, on trouve dans leurs feuilles certains caractères d'adaptation à la sécheresse ou à la salure.

Les stomates sont petits, souvent profondément enfoncés; l'épiderme est séparé du tissu chlorophyllien par un hypoderme ou par un tissu aquifère qui peut servir d'organe de réserve ou d'écran protecteur contre la dessiccation résultant de la transpiration, et aussi contre les radiations solaires.

Le tissu chlorophyllien assimilateur est en général assez réduit; parfois il tend à se développer également sur les deux faces de la feuille; d'autres fois même, comme nous l'avons constaté dans le genre *Anabasis*, il est plus développé à la face inférieure qu'à la face supérieure d'un limbe plus ou moins réduit et plus ou moins redressé contre l'axe du rameau.

VOLKENS et MONTEIL ont constaté dans le parenchyme foliaire, en particulier chez les *Atriplex* et les Salsolées, l'existence presque constante d'une assise de cellules, que le premier de ces auteurs nomme des « cellules d'assem-

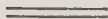
(1) G. FRON. — Recherches anatomiques sur la racine et la tige des Chénopodiacées. *Thèse Doct. Sc. naturelles*, Paris, 1899.

blage » (Sammelzellen), garnies de chlorophylle et auxquelles il accorde une valeur taxonomique, sa présence permettant, par exemple, de séparer les *Salsoleae* (*Salsola*, *Arthrophytum*, *Haloxylon*, *Anabasis*, etc.) des *Suaedaeae*, chez lesquelles elle fait défaut. M. MONTEIL attribue, dans certains cas, à cette assise le rôle d'une gaine endodermique.

Les poils sont tantôt unicellulaires, allongés, tantôt presque sphériques, bulleux; parfois, ils font défaut.

Du mucilage peut apparaître dans les parois de l'hypoderme et du collenchyme, ainsi que dans les poils.

L'oxalate de calcium est assez fréquent, représenté le plus souvent par des macles en forme d'oursin, mais jamais par des raphides. Un grand nombre de particularités intéressantes sur la feuille des Chénopodiacées ont été notées par un de nos prédécesseurs dans ce Laboratoire, M. P. MONTEIL (1), mais cet auteur n'a pas eu à sa disposition d'échantillons des espèces sur lesquelles ont porté nos recherches.



(1) Paul MONTEIL. — Anatomie comparée de la feuille des Chénopodiacées. *Thèse Doct. Univ. Paris (Pharmacie)*, juillet 1906.

II. Classification de la Famille

La plupart des plantes qui composent l'actuelle famille des Chénopodiacées étaient réunies, en 1789, par Antoine-Laurent DE JUSSIEU (1), sous le nom d'Arroches (*Atriplices*).

En 1849, dans sa monographie, qui est restée classique, MOQUIN-TANDON (2) donnait à la famille le nom de *Salso-laceae*. Reprenant un mode de division qui semble dû à C. E. MEYER (3), il distinguait d'abord deux sous-familles, les Cyclolobées et les Spirolobées, puis, dans chacune, selon les caractères floraux et la disposition de la graine, un certain nombre de tribus et de sous-tribus.

Le terme de Chénopodées, créé par VENTENAT, est employé par MOQUIN-TANDON (4) dès 1831 et par DE CANDOLLE. Ce sont BENTHAM et HOOKER qui ont définitivement nommé la famille Chénopodiacées, en 1883 (5).

Ce sont également BENTHAM et HOOKER qui, tout en maintenant la division en Cyclolobées et Spirolobées, classent les Chénopodiacées (inclus les *Basella* et quelques genres voisins) en douze tribus, qui sont les suivantes :

(1) A.-L. DE JUSSIEU. — *Genera Plantarum secundum ordines naturales disposita*. Parisiis, 1789, pp. 84-85.

(2) MOQUIN-TANDON. — *In* : DE CANDOLLE, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. Parisiis, XIII, pars II, 1849, pp. 41-219.

(3) C. A. MEYER. — *Flora altaica*. Berolini, 1829-1833, I, pp. 373-378.

(4) A. MOQUIN-TANDON. — *Mémoire sur la famille des Chénopodées*. *Acad. des Sc.*, 1831, et *Ann. des Sc. naturelles*, 1831, 23, pp. 274-325.

(5) G. BENTHAM et J. D. HOOKER. — *Genera Plantarum*. Londini, III, 1883, pp. 43-78.

Euchenopodieae, *Atripliceae*, *Camphorosmeae*, *Corispermeeae*, *Polycnemeae*, *Chenoleeae*, *Salicornieae*, *Suaedeae*, *Salsoleae*, *Sarcobatideae*, *Eubaselleae* et *Boussingaultieae*, mais ces deux dernières doivent être exclues des Chénopodiacées et rapprochées pour former une petite famille voisine, celle des Basellacées, déjà définie par MOQUIN-TANDON (1) et admise par ENGLER et PRANTL (2).

Vers la même époque, BAILLON (3) envisageait la famille d'une façon assez personnelle, lui assignant des limites encore plus larges que celles fixées par BENTHAM et HOOKER : il y faisait entrer, en effet, les Basellées (4 genres), les Amarantées (26 genres), les Gomphrénées (13 genres), etc., que les botanistes considèrent habituellement comme des familles distinctes (Basellacées, Amarantacées), ou rattachent en partie à d'autres familles voisines. D'autre part, il réintègre définitivement les genres *Polycnemon* et *Hemichroa*, principaux type de la tribu des *Polycnemeae*, dans la famille des Chénopodiacées, tandis que MOQUIN les avait placés dans celle des Amarantacées.

Une des plus récentes monographies des Chénopodiacées est celle de VOLKENS (4). La classification de cet auteur se rapproche beaucoup de celle de BENTHAM et HOOKER. Ce botaniste conserve la division en deux sous-familles (*Cyclolobae* et *Spirolobae*), sépare les Basellacées (*Basella*, *Boussingaultia*, etc.), crée la tribu des *Beteae*, tandis qu'il fait rentrer la tribu des *Chenoleeae* dans celle des *Camphorosmeae*.

(1) MOQUIN-TANDON. — Basellaceae, in : DE CANDOLLE. — Prodrum, Parisii, XIII, II, 1849, pp. 220-230.

(2) G. VOLKENS. — Basellaceae, in : A. ENGLER et K. PRANTL. — Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig, III, 1, a, 1893, pp. 124-128.

(3) H. BAILLON. — Histoire des Plantes, Paris, IX, 1888, pp. 158-161.

(4) G. VOLKENS. — Chenepodiaceae, in : A. ENGLER et K. PRANTL. — Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig, III, 1, a, 1893, pp. 36-91.

Nous donnerons un peu plus loin, dans ses détails, la classification établie par VOLKENS.

Comme on le voit, l'extension du groupe varie beaucoup selon que l'on adopte comme guide l'un ou l'autre des auteurs précédents, aussi trouve-t-on, pour le nombre des genres et des espèces, des approximations nettement différentes.

En 1849, MOQUIN-TANDON (1) comptait déjà soixante-douze genres et quatre cent trente-cinq espèces, mais, parmi celles-ci, il en est qui font double emploi, de sorte que ce nombre primitif aurait pu être réduit.

Par contre, les explorations qui eurent lieu en Sibérie, au Turkestan et en Chine, vers le milieu du XIX^e siècle, permirent à C. A. MEYER (2), à BOISSIER (3) et à BUNGE (4) de décrire beaucoup de Chénopodiacees nouvelles, de sorte qu'en 1880, ce dernier pouvait dénombrer dans cette famille soixante et onze genres et cinq cent cinquante et une espèces.

BENTHAM et HOOKER arrivent à peu près à la même évaluation : quatre-vingts genres et cinq cent vingt espèces (5).

Vers la même époque, BAILLON (6) indiquait, pour les Chénopodiacees, cent vingt-huit genres et plus de mille espèces, mais nous avons vu que ce savant botaniste avait élargi, plus que tout autre, l'ampleur de ce groupe.

Enfin, VOLKENS, le dernier des auteurs cités précédem-

(1) MOQUIN-TANDON. — *In* : DE CANDOLLE. — *Prodromus*, *loc. cit.*

(2) C. A. MEYER. — *Flora altaica*. Berolini, I, 1829-1833, pp. 370-417.

(3) E. BOISSIER. — *Flora orientalis*. Genevae, IV, 1879, pp. 897-986.

(4) AL. BUNGE. — *Pflanzen-geographische Betrachtungen über die Familie der Chenopodiaceen*. *Mém. de l'Acad. imp. des Sc. de Saint-Petersbourg*, 1880, 7^e série, xxvii, n^o 8.

(5) G. BENTHAM et J. D. HOOKER. — *Genera Plantarum*. Londini, III, 1883, pp. 43-78.

(6) H. BAILLON. — *Histoire des Plantes*. Paris, IX, 1888, pp. 166-217.

ment, distinguait, en 1893, soixante-treize genres et environ cinq cents espèces, c'est-à-dire des genres un peu moins nombreux que ceux énumérés par BENTHAM et HOOKER, mais des espèces en nombre sensiblement égal.

La division de la famille en deux groupes : Cyclolobées et Spirolobées, offre une commodité évidente, mais cependant, dit VOLKENS, elle ne correspond pas entièrement à une classification naturelle, car certaines tribus rangées dans le premier groupe sont comparables à des tribus du second groupe, par exemple les Chénopodiées aux Suédées et les Camphorosmées aux Salsolées.

Ceci explique en partie les divergences que l'on peut constater entre les classifications de BUNGE, de BENTHAM et HOOKER, de BAILLON.

Ces réserves étant faites, voici le résumé de la classification des Chénopodiacées en dix tribus, selon VOLKENS :

A. — Embryon annulaire ou en forme de fer à cheval, parfois condupliqué, entourant plus ou moins l'albumen.

A. Cyclolobeæ

a) Racine et tige à structure normale. Fleurs hermaphrodites, isolées, munies de bractées. 2 à 5 étamines soudées à la base, graine pendante..... 1. *Polycnemeae*.

b) Racine et tige à mode d'épaississement anormal.

α) Fruit à déhiscence pyxidaire. Fleurs hermaphrodites, protandres, groupées en cymes. 1 à 5 étamines soudées à la base, style court, le plus souvent à larges lobes, papilleux en dedans..... 2. *Beteae*.

β) Fruit en général indéhiscent.

1. — Inflorescence habituellement en glomérules, rarement en épis.

1. Fruit mûr restant soudé au calice ou parfois aux bractées.

- * Fleurs le plus souvent hermaphrodites, protandres. Pas de bractées, sépales herbacés et libres au moins sur la moitié de leur longueur. 1 à 5 étamines. Feuilles souvent hastées, avec des poils vésiculeux.

3. *Chenopodieae*.

- ** Fleurs le plus souvent unisexuées. Fleurs mâles sans bractées et avec sépales. Fleurs femelles avec bractées et le plus souvent sans sépales. 1 à 5 étamines soudées à la base. Feuilles habituellement hastées, avec des poils vésiculeux ou étoilés.

4. *Atripliceae*.

- *** Fleurs le plus souvent hermaphrodites, groupées en cymes ou en épis. En général, pas de bractées. Calice membraneux. 4 à 5 étamines, rarement moins. Feuilles le plus souvent petites et rendues soyeuses par de longs poils filamenteux.

5. *Camphorosmeae*.

- 2. Fruit nu à maturité. Fleurs hermaphrodites, en épis. Pas de bractées, sépales libres ou concrets, transparents. 1 à 5 étamines. Feuilles tantôt glabres, tantôt garnies de poils massifs. 6. *Corispermeae*.

- II. — Fleurs en inflorescences coniques ou insérées sur des rameaux dépourvus de feuilles. Fleurs hermaphrodites, protandres. Pas de bractées. Calice herbacé ou membraneux, accrescent. 1 ou 2 étamines. Feuilles glabres, souvent opposées, insérées par paires sur des entrenœuds courts. Rameaux parfois articulés 7. *Salicornieae*.

- B. — Embryon enroulé en spirale, l'albumen manque, ou bien est divisé par l'embryon en deux masses disjointes.

B. *Spirolobeae*

- a) Fleurs sans bractées, monoïques. Fleurs mâles constituées par des étamines recouvertes d'écailles peltées. Fleurs femelles petites, isolées, axillaires. 8. *Sarcobatideae*.
- b) Fleurs pourvues de bractées, en général hermaphrodites. Bractées petites, écailleuses. Calice herbacé ou membraneux. 5 étamines. Style papilleux sur son pourtour. Em-

bryon en spirale plane. Feuille glabre, aucune assise de cellules différenciées autour des faisceaux des nervures.

9. *Suaedeae*.

c) Bractées presque aussi grosses, ou plus grosses que les sépales. Sépales le plus souvent membraneux. 4 ou 5 étamines, rarement moins. Style papilleux intérieurement. Embryon conique ou enroulé en spirale plane. Feuille le plus souvent couverte de poils filiformes. Une assise de cellules différenciées autour du faisceau de la nervure. 10. *Salsoleae*.

α) Graine horizontale, à l'exception de quelques espèces de *Salsola* a) *Sodinae*.

β) Graine verticale, à l'exception de quelques espèces d'*Halogeton* b) *Anabasinæ*.



III. Caractères des genres

Anabasis et *Haloxylon*

Le genre *Anabasis* a été créé par LINNÉ (1), qui a repris ici un mot employé déjà par PLINÉ et DIOSCORIDE pour désigner une plante parasite, montant aux arbres (2).

Il comprend des arbustes à fleurs hermaphrodites, pentamères, généralement accompagnées de bractées.

L'unique verticille du périanthe était considéré par LINNÉ comme une corolle; il est formé en réalité de cinq sépales épais et charnus. Le réceptacle supporte cinq étamines, à filets grêles, alternant avec cinq *staminodes* plus ou moins connivents avec elles.

L'ovaire est globuleux, uniovulé, surmonté d'un style assez court, se terminant lui-même par deux stigmates divergents.

Le fruit est légèrement comprimé, entouré par le calice persistant; le péricarpe, quelque peu charnu, entoure une *graine verticale* à embryon spiralé, vert, pourvu d'une radicule dorsale; l'albumen est pratiquement nul.

Pour LINNÉ, le genre comprenait deux espèces et se trouvait rangé à la suite des genres *Herniaria*, *Chenopodium*, *Beta* et *Salsola*, dans la Pentandrie Digynie, en raison de la présence de cinq étamines et d'un style bifide (3).

(1) LINNÉ. — *Amœnitates academicae*. Upsaliae, II, 1751, p. 347.

(2) H. BAILLON. — *Dictionnaire de Botanique*, Paris, I, 1876, p. 160.

(3) LINNÉ. — *Species Plantarum*. Holmiae, I, 1753, pp. 218-223.

MOQUIN-TANDON, en décrivant dans le *Prodromus* de DE CANDOLLE la famille des Salsolacées, citait dix-sept espèces, dont plusieurs nouvelles, les *Anabasis articulata* et *Anabasis macroptera*, mais dont quelques autres ont été ultérieurement retirées, pour être reportées dans les genres voisins *Halogeton*, *Haloxylon* et *Seidlitzia*.

Un peu plus tard, le même auteur créa encore les espèces *Anabasis setifera* et *Anabasis aretioides*, tandis que POMEL décrivait l'espèce *Anabasis prostrata* (1).

Pendant ce temps, BUNGE et C. A. MEYER, qui étudièrent longuement les Salsolacées des régions voisines de la mer Caspienne, augmentèrent aussi le nombre des *Anabasis* connus.

Les dix-sept espèces admises en 1893 par VOLKENS étaient groupées par cet auteur de la façon suivante :

Section I. — *Euanabasis* (Bunge). Calice ailé adhérent au fruit. Lobes du réceptacle papilleux. 12 espèces, parmi lesquelles :

A. aphylla L. des steppes salés de l'Asie centrale.

A. articulata (Forsk.) Moq. de l'Afrique du Nord, Espagne, Syrie, Egypte.

A. setifera Moq. Egypte, bords de la mer Rouge, Perse.

Section II. — *Brachylepis* C. A. Mey. Calice non ailé, lobes du réceptacle papilleux. 4 espèces :

A. eriopoda (C. A. Mey.) Benth. Asie centrale.

A. hispidula (Bge) Benth. Région aralo-caspienne.

A. jaxartica (Bge) Benth. Région aralo-caspienne.

A. salsa (C. A. Mey.) Benth. Région aralo-caspienne.

(1) A. POMEL. — Nouveaux matériaux pour la flore atlantique. Paris et Alger, II, 1875, p. 334.

Section III. — *Fredolia* Coss. et Dur. Calice ailé. Lobes du réceptacle *non* papilleux. 1 seule espèce :

A. aretioides Moq. et Coss., qui forme parfois, dans le Sud-algérien, des sortes de coussinets épineux de forme hémisphérique.

*
* *

Les caractères du genre *Haloxylon* diffèrent peu de ceux des *Anabasis*.

Rappelons toutefois que, par leur port, certains *Haloxylon* dépassent toutes les autres Chénopodiacées; l'espèce la plus curieuse à ce point de vue est l'*H. Ammodendron* Bunge (synonyme : *Arthrophytum Haloxylon* Litw.), Saxaoul noir ou Saxaoul salin, petit arbre à peu près dépourvu de feuilles, qui atteint jusqu'à six et huit mètres et que l'on rencontre dans les steppes du Turkestan (1), où il joue un rôle important, concurremment avec l'*Arthrophytum arborescens* Litw. (synonyme : *Salsola arborea*), Saxaoul blanc ou Saxaoul des sables, et avec le *Salsola Richteri* Karel. pour la fixation des sables et aussi comme bois de chauffage utilisé par les nomades (2).

Le genre *Haloxylon* a été créé par BUNGE (3) en 1851 et comprend actuellement une quinzaine d'arbustes ou de petits arbres à rameaux cylindriques, souvent articulés, sans feuilles distinctes.

Comme chez les *Anabasis*, les sépales sont presque entièrement libres, ailés; les bases des étamines alternent avec des staminodes auxquels elles sont plus ou moins soudées; l'ovule est identique dans les deux genres.

(1) G. VOLKENS. — *Loc. cit.*, p. 83.

(2) W. DOUBIANSKY. — Les psammophytes des déserts du Turkestan. *Rev. Botan. appl.*, 1930, 10, p. 241.

(3) AL. BUNGE. — *Revisio Anabasearum. Mém. des Sav. étrangers de l'Acad. de Saint-Petersbourg*, 1851, 7, p. 468.

Par contre, les deux bractées qui accompagnent la fleur sont larges et ovales; les stigmates peuvent être ici en nombre plus élevé (jusqu'à 5) et, différence essentielle, la graine est disposée horizontalement, de sorte que BUNGE n'a pas compris ce genre dans sa *Revision des Anabasées* et que VOLKENS place les *Haloxylon* à côté des *Salsola*, *Arthrophytum*, *Seidlitzia*, etc., dans la sous-tribu des **Sodinae**, tandis que les genres *Ofaiston*, *Noaea*, *Girgensohnia* et *Anabasis* forment un petit groupe homogène dans la sous-tribu des **Anabasinæ**.

Les principales espèces d'*Haloxylon* sont: au Turkestan et en Perse, outre l'*H. Ammodendron* Bunge déjà cité, l'*H. salicornicum* Moq. (également représenté en Afghanistan); l'*H. multiflorum* Moq. en Afghanistan; enfin l'*H. tamariscifolium* Pau (synonyme : *H. articulatum* Cav.), que l'on rencontre en Espagne, en Algérie et au Maroc, et jusqu'en Arabie et au Liban (1).



(1) L. BOULOUMOUY. — Flore du Liban et de la Syrie. Paris, 1930, Vigot frères édit., p. 294.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE HISTOLOGIQUE

I. *Anabasis aphylla* L.

SYNONYME : *Anabasis tatarica* Pall.

HABITAT : Steppes de l'Asie centrale (Turkestan et Transcaucasie) ; Iran ; Maroc ; terrains phosphatés de la région de Tébessa (département de Constantine) ; Tunisie.

D'après M. le Professeur R. MAIRE, l'*A. aphylla* du Maroc se rapproche morphologiquement de celui de l'Iran, mais diffère de celui du Turkestan russe.

Arbuste de 0 m. 30 à 0 m. 50, vivace. La souche donne naissance à des rameaux nombreux, glabres, ligneux à leur partie inférieure et formés d'articles multiples, à peine épaissis au sommet. Feuilles réduites à une petite cupule tronquée, légèrement velue intérieurement.

Fleurs tantôt solitaires, tantôt réunies en petits épis terminaux. Calice accrescent, présentant trois ailes inégales. Staminodes à peine ciliés, alternant avec les étamines. Graine verticale, exalbuminée (comme dans les autres espèces du genre *Anabasis*).

*
* *

La structure anatomique de l'*Anabasis aphylla*, paraissant la moins compliquée parmi les espèces étudiées et se

rapprochant de celles de nombreuses Chénopodiacées, il convient de commencer par elle nos descriptions.



FIG. I. — *Anabasis aphylla* L.

Coupe transversale de la souche radicante.

SU, suber externe; F, faisceaux libéro-ligneux en cercles concentriques irréguliers.

(Grossissement : 35 diamètres.)

Racine. — Coupée à son extrémité supérieure au-dessous du collet, la racine (fig. I) présente, sur son pourtour, un liège à cinq ou six assises radiales ayant exfolié complètement la zone corticale, puis un cylindre central composé



PLANCHE II. — *Anabasis aphylla* L.

Echantillon envoyé par M. le Professeur ORECHOFF et provenant de l'Institut botanique de Moscou.

(Réduit des deux tiers.)

d'un certain nombre de *cercles concentriques* de faisceaux libéro-ligneux à orientation normale, mais un peu irréguliers dans leur disposition et leur forme; cette structure rappelle celle de la racine de Betterave, et l'on peut compter sept anneaux dans une racine d'un centimètre de dia-

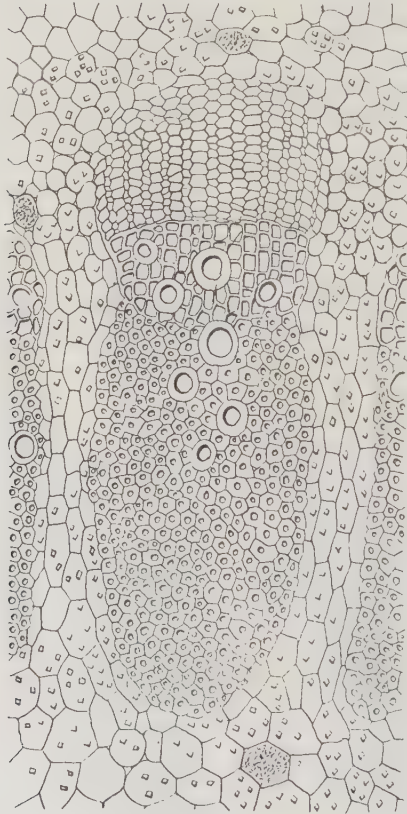


FIG. III. — Racine de l'*Anabasis aphylla* L.
Faisceau tertiaire isolé.
(Grossissement : 240 diamètres.)

mètre. Tantôt, les faisceaux apparaissent isolés; tantôt, ils sont groupés en îlots plus ou moins volumineux (F, fig. I).

Le centre est occupé par un amas très lignifié, dans

lequel il est impossible de vérifier la présence de faisceaux primitifs; il n'y a naturellement pas de moelle.

Chacun des faisceaux conducteurs, isolés dans un parenchyme secondaire très cristalligène, comprend un liber parenchymateux, dont les cellules sont rangées en files radiales, et une zone ligneuse de prosenchyme à éléments de dimensions assez grandes, déjà assez fortement épaissis.

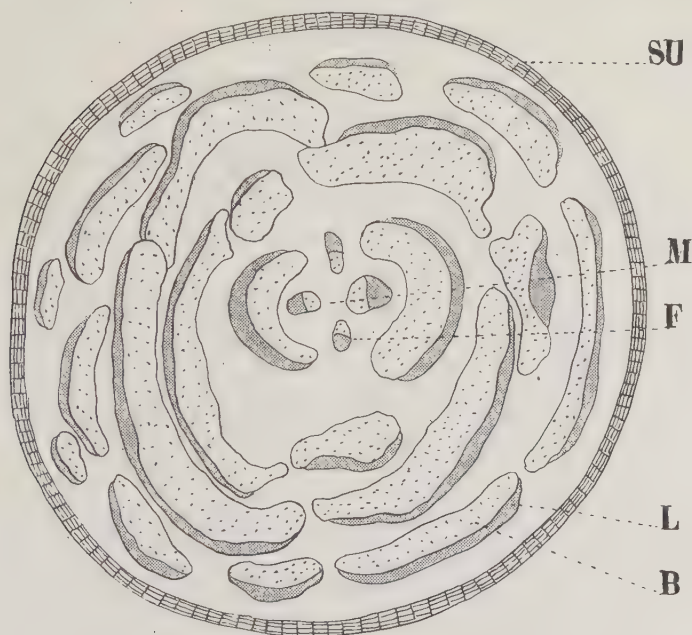


FIG. IV. — Coupe transversale schématique du collet dans la région basilaire de la tige de l'*A. Aphylla* L.

M, région médullaire avec quatre faisceaux libéro-ligneux en croix (F);
L, B, liber et bois d'un faisceau surnuméraire; SU, liège.

(Grossissement : 35 diamètres.)

tandis que la partie plus interne est très dense et composée de cellules lignifiées fibreuses à lumen très réduit (fig. III).

Dans la masse, on rencontre un petit nombre de vaisseaux arrondis très apparents, mais toujours isolés.

Le parenchyme interfasciculaire contient, dans chaque cellule, un ou deux cristaux prismatiques d'oxalate de calcium.

Tige. — A la base, vers le collet, la structure de la tige diffère un peu de celle de la racine, en ce sens qu'une moelle apparaît (M, fig. IV) au centre de quatre faisceaux libéro-ligneux plus ou moins inégaux orientés en croix.

Les formations surnuméraires cribro-vasculaires tertiaires, nées dans le parenchyme secondaire, sont constituées par des cordons plus ou moins arqués, d'inégal volume, dont la disposition ne rappelle plus que de loin les cercles concentriques caractéristiques de la racine; leur mode de formation apparaît toutefois comme identique; une couche de liège externe protège ce cylindre central de l'extérieur.

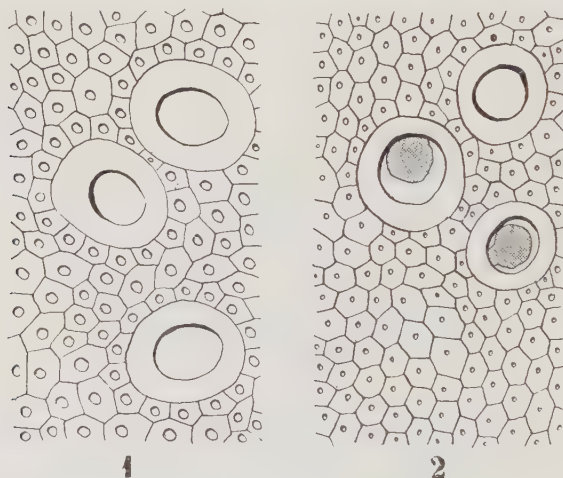


FIG. V. — Région vasculaire du bois.

- 1, faisceau surnuméraire à prosenchyme fibreux; 2, faisceau central (les vaisseaux sont plus ou moins obstrués par des thyllés).
(Grossissement : 320 diamètres.)

La structure des faisceaux centraux est semblable à celle des autres, sauf la lignification plus intense (2. fig. V); le lumen des éléments fibreux est beaucoup plus réduit.

Coupée un peu plus haut, la tige présente un aspect très différent; l'écorce a persisté (fig. VI) et renferme une assise chlorophyllienne palissadique (PP, fig. VI), qu'on retrouve chez toutes les espèces étudiées.

Le cylindre central est ici composé par un anneau volumineux et complet de tissu cribro-vasculaire entourant les quatre faisceaux du centre, plongés dans une moelle bien développée.

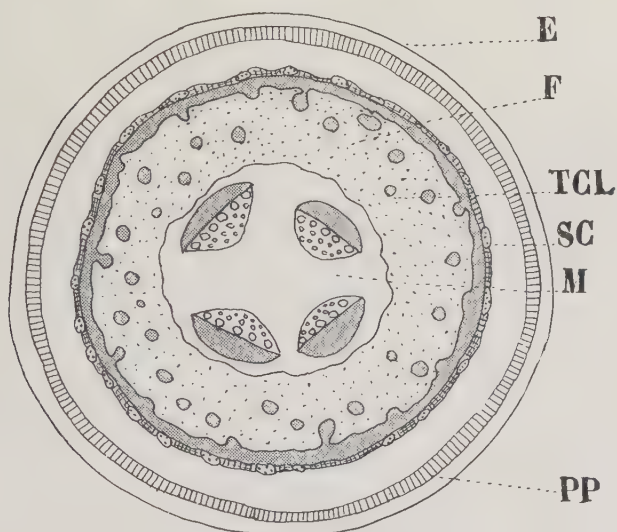


FIG. VI. — Coupe schématique de la partie moyenne de la tige d'*A. aphylla* L.

E, épiderme; PP, parenchyme palissadique; TCL, flots criblés interligneux; SC, sclérenchyme péryclic; M, moelle avec ses faisceaux normaux.

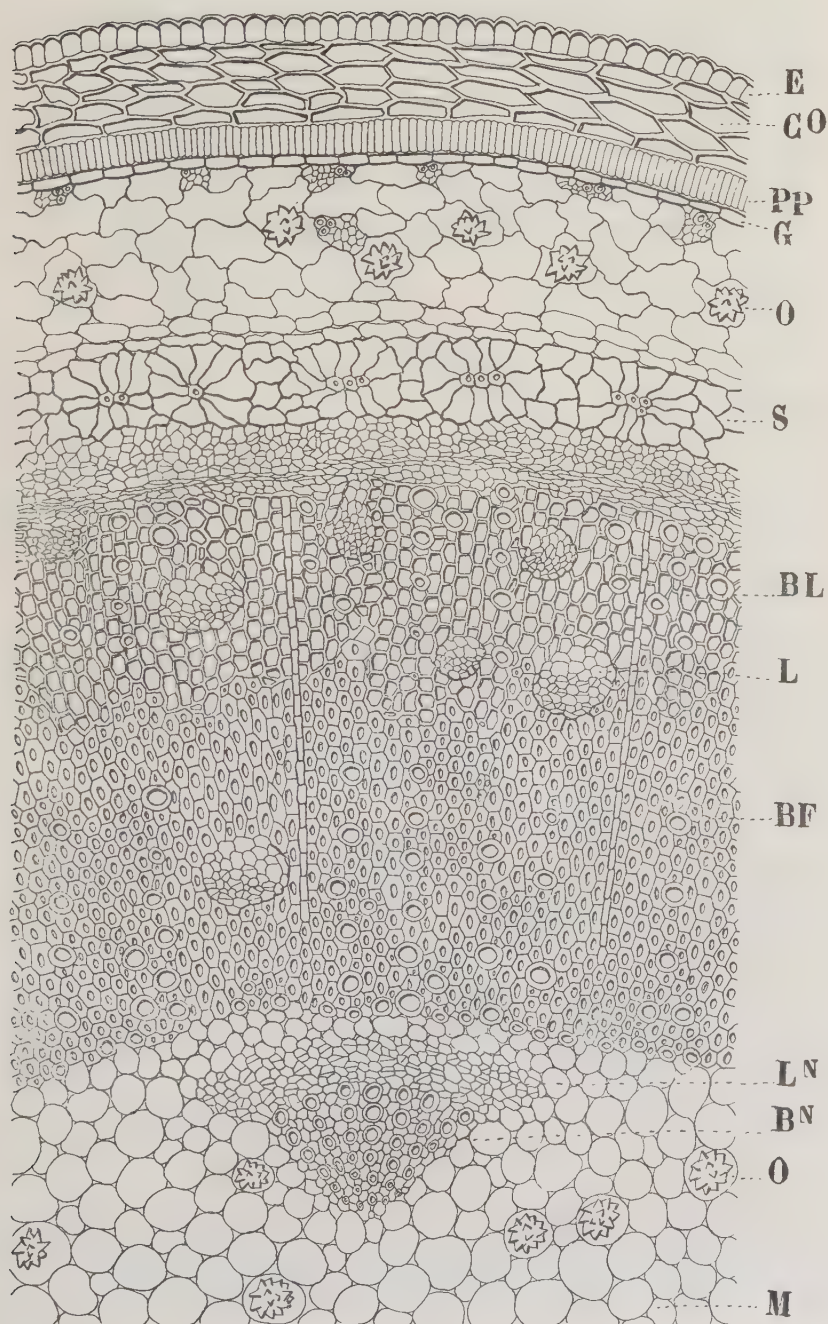
(Grossissement : 35 diamètres.)

Mais une anomalie intéressante est à signaler, (TCL, fig. VI; L, fig. VII), qui rappelle ce que l'on rencontre parfois dans certains groupes, comme les Strychnées, chez lesquelles M. le Professeur Em. PERROT l'a décrite avec minu-

FIG. VII. — Partie moyenne de la tige, coupe détaillée.

E, épiderme; CO, collenchyme sous-épidermique; PP, parenchyme palissadique chlorophyllien; G, assise spéciale sous-palissadique; S, zone périfasciculaire avec éléments radiants, partant des petits paquets de fibres; BL, tissu ligneux à larges éléments; L, îlots criblés interligneux; BF, bois fibreux fortement lignifié; LN, BN, liber et bois d'un faisceau central; M, moelle; O, macles d'oxalate de calcium.

(Grossissement : 160 diamètres.)



tie (1), mais elle résulte peut-être d'un développement un peu différent.

Par suite d'un fonctionnement inégal du cambium, des îlots de tissu sont entourés de temps à autre par les formations fortement lignifiées du bois, et la coupe (fig. VII) montre leur répartition au sein de l'anneau ligneux.

Le liber normal entoure complètement ce dernier et il est lui-même protégé par un anneau péricyclique laissant voir çà et là des îlots de sclérenchyme (SC, fig. VI).

Dans la partie tout à fait supérieure, c'est encore autre chose : il ne reste plus que deux faisceaux au centre et quatre ou cinq masses cribro-vasculaires isolées dans le parenchyme secondaire; l'anneau péricyclique est abondamment pourvu de paquets plus ou moins volumineux de fibres enchâssées dans un tissu à parois subérifiées.

On peut interpréter la disposition de ces différentes couches comme étant le résultat de la soudure intime de la gaine foliaire avec la tige elle-même; le parenchyme sous-chlorophyllien, avec ses petits faisceaux, doit appartenir à la gaine et délimiter ainsi le véritable cylindre central.

D'ailleurs, au fur et à mesure qu'on s'élève vers la partie supérieure de l'entre-nœud, tous les tissus de la gaine perdent de l'importance.

C'est ainsi que, dans la figure VIII, qui représente la coupe transversale faite vers le sommet de la tige, le collenchyme sous-épidermique est réduit à deux assises cellulaires. L'assise chlorophyllienne palissadique PP est protégée, à l'extérieur, par une assise de cellules isodiamétriques très particulière et, à l'intérieur, par une autre assise G, formant

(1) Nous retiendrons seulement cette observation de notre Maître : « La signification biologique du tissu criblé intraligneux (*Strychnos*) ne doit pas être cherchée dans l'adaptation à la vie grimpante. ». — EM. PERROT. — Le tissu criblé. *Thèse d'Agrégation*, Paris, 1899.

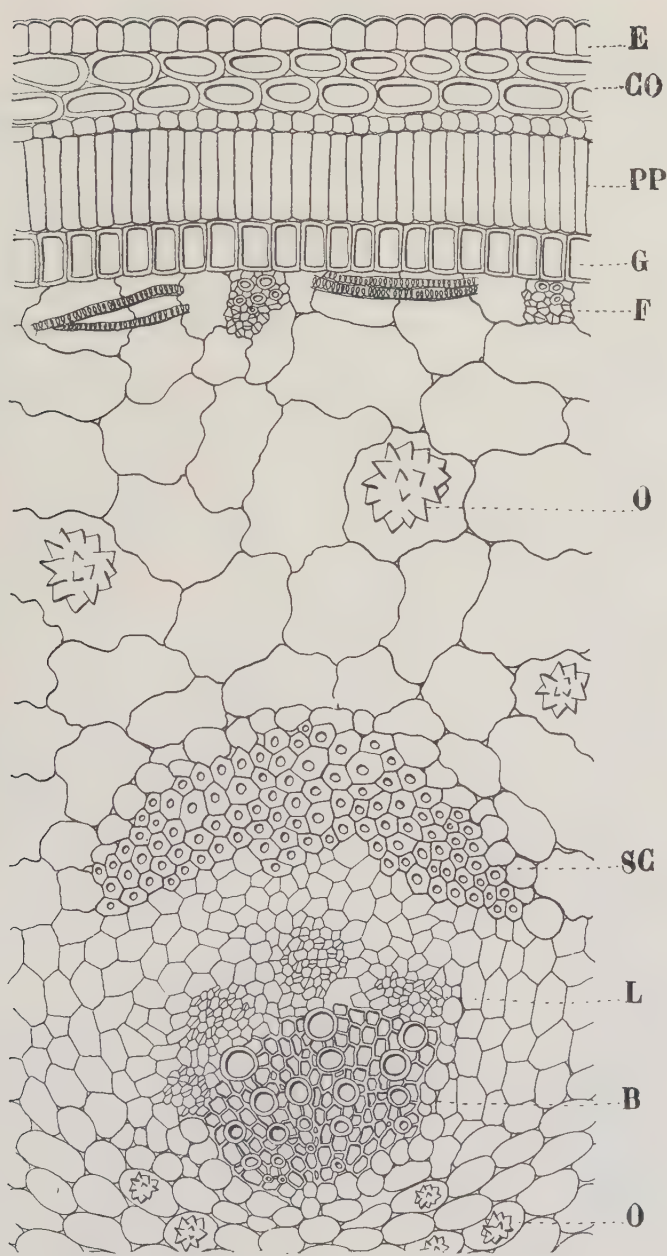


FIG. VIII. — Coupe transversale pratiquée vers la partie supérieure de la tige, chez l'*A. aphylla* L.

E, épiderme; CO, collenchyme sous-épidermique; PP, assise palissadique; G, gaine; F, terminaisons fasciculaires; O, macles; SC, arc fibreux périlibérien; L, îlots de tissu criblé; B, bois.

(Grossissement : 240 diamètres.)

une gaine beaucoup plus différenciée, contre laquelle on voit les terminaisons vasculaires des faisceaux F des ramifications des nervures; celles-ci évoluent dans un parenchyme lâche à grands éléments, renfermant çà et là de gros cristaux maclés d'oxalate de calcium.

Les faisceaux libéro-ligneux se composent d'une masse ligneuse vasculaire à vaisseaux isolés, plus ou moins disposés en files rayonnantes, tandis que le tissu criblé apparaît sous forme d'amas distincts; le faisceau tout entier est protégé par un arc de fibres scléreuses péricycliques ou périlibériennes (SC, fig. VIII).

La coupe schématique (fig. IX) est intéressante; elle

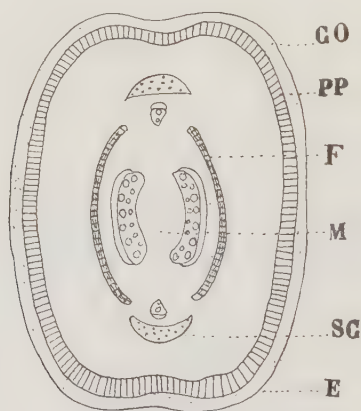


FIG. IX. — Coupe schématique vers la partie supérieure de la tige, chez l'*A. aphylla* L.

CO, collenchyme; PP, assise palissadique; F, bande fibreuse périlibérienne; M, macle.

(Grossissement : 35 diamètres.)

montre comment se séparent les deux faisceaux libéro-ligneux qui se rendent dans la partie de la feuille qui va devenir libre, ne laissant plus dans la zone médullaire cen-

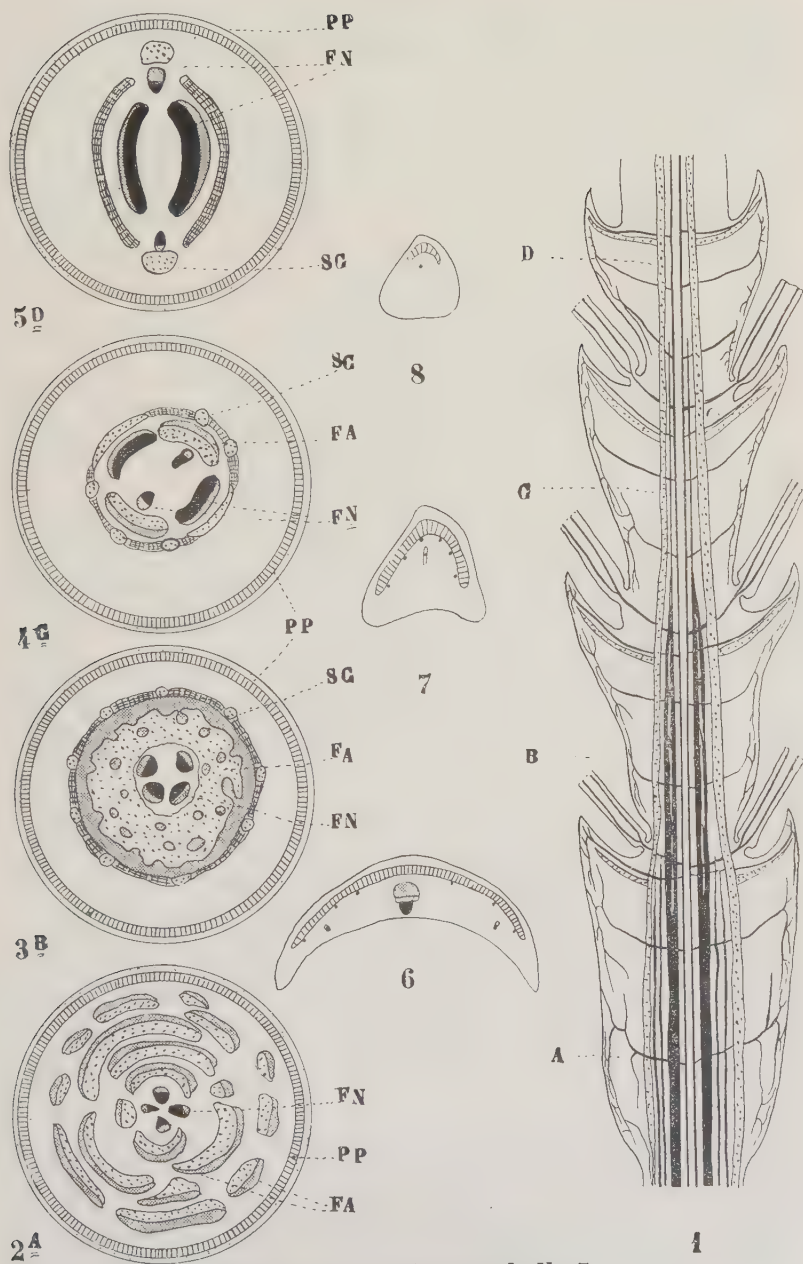


FIG. X. -- *Anabasis aphylla* L.

1, section longitudinale; 2 à 8, sections transversales, ces dernières à différentes hauteurs : A, B, C, D.

trale, que deux faisceaux protégés par deux lames de tissu scléro-fibreux.

Dans l'intervalle, entre chaque limbe foliaire libre, on remarque de petits appendices, bien indiqués dans la section longitudinale (fig. X), pourvus de deux cordons vasculaires et qu'il faut considérer comme deux rameaux; ils semblent caractéristiques de l'*Anabasis aphylla*, car nous ne les avons pas retrouvés dans les autres espèces étudiées.

Si maintenant on veut se rendre compte de la course des faisceaux, il convient d'examiner la figure X. 1, qui, en section longitudinale, montre des structures vraiment bien particulières et difficiles à interpréter.

En 1 (fig. X), nous avons indiqué comment nous sont apparus les faisceaux dans leur course, en effectuant des coupes à hauteur différente dans les entre-nœuds.

La soudure intime de la gaine et de la tige se manifeste nettement, grâce à un système fasciculaire très particulier qui émet des ramifications libéro-ligneuses allant s'étaler vers l'extérieur.

En A, c'est la structure que nous avons précédemment décrite, avec quatre faisceaux centraux normaux FN, et les faisceaux surnuméraires en zones plus ou moins concentriques (fig. IV); en B, autour des quatre faisceaux centraux, toutes les formations surnuméraires sont réunies en un puissant anneau, avec îlots criblés interligneux (voir aussi fig. VII); ce cylindre libéro-ligneux est entouré par un anneau scléro-fibreux.

En C, dans une région plus jeune de la tige, il ne reste plus que deux des quatre faisceaux centraux, les deux autres s'écartant avant de se rendre dans les feuilles, et cette différenciation s'accroît quand on examine la coupe dans la partie supérieure de la tige (voir D, fig. X).

Finalement, un seul faisceau médian innerve la feuille dans sa partie libre (7 et 8, fig. X) que nous allons décrire.

Il faut ici ne pas oublier que le limbe foliaire présente à sa partie supérieure une concavité accentuée, avec un

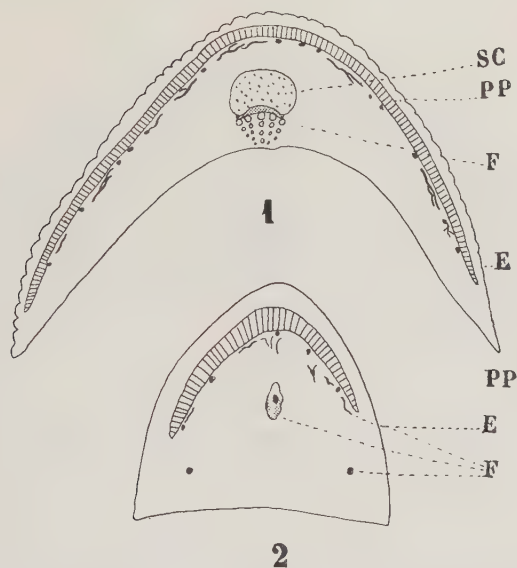


FIG. XI. — *Anabasis aphylla* L.

Coupe schématique dans la partie libre de la feuille.

1, coupe dans la région moyenne; 2, coupe vers l'extrémité de la feuille. E, épiderme inférieur; PP, assise palissadique contre laquelle viennent s'épanouir les ramifications des petites nervures F.

(Grossissement : 35 diamètres.)

seul faisceau médian, protégé par un gros amas de sclérenchyme (SC, fig. XI); l'assise palissadique est profonde et rapprochée de l'épiderme inférieur, anomalie intéressante, due évidemment à la structure morphologique particulière de la plante.

A un plus fort grossissement (fig. XII). l'épiderme inférieur, qui est extérieur et ensoleillé, se montre formé de cellules à cuticule épaisse, ondulée et proéminente; l'assise sous-épidermique a la valeur d'un hypoderme, au-dessous duquel se trouve l'assise palissadique, séparée du mésophylle sous-jacent par une assise très distincte, sorte de

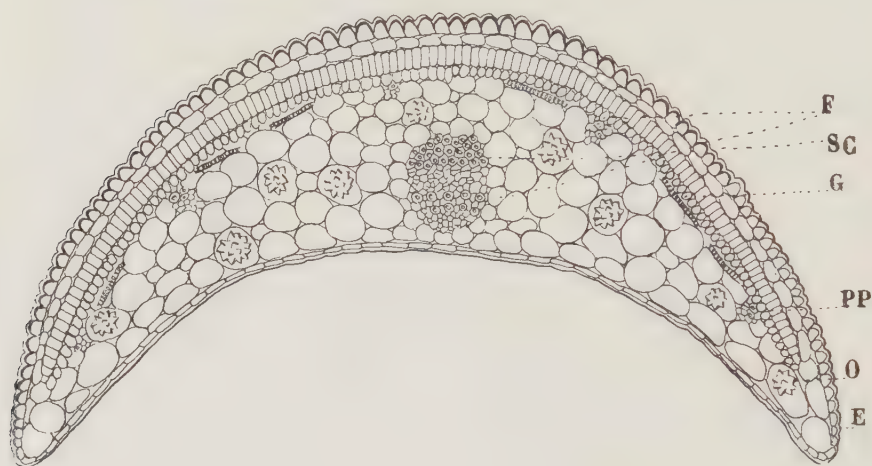


FIG. XII. — Coupe grossie d'un limbe d'*Anabasis aphylla* L.

E, épiderme inférieur; PP, assise palissadique, et au-dessous, une rangée de cellules particulières formant gaine, G; SC, sclérenchyme du faisceau conducteur médian.

(Grossissement : 125 diamètres.)

gaine contre laquelle se rencontrent, coupées dans tous les sens, les terminaisons vasculaires des faisceaux des nervures.

Cette structure rappelle, avec quelque simplification, celle de la tige (voir fig. VIII) ou celle de la base engainante de la feuille (voir C, fig. X).

Au centre du limbe, le faisceau médian de la nervure principale est nettement différencié (fig. XII) et semblable à ceux de la tige; son orientation montre que la face interne

est supérieure, ce qu'il est facile de concevoir en examinant la plante.

De nombreuses macles d'oxalate de calcium sont réparties dans ce mésophylle.

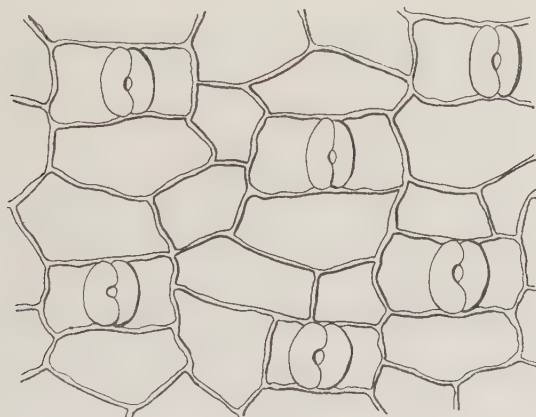


FIG. XIII. — Feuille de l'*Anabasis aphylla* L.
Epiderme vu de face avec stomates à deux cellules annexes.
(Grossissement : 320 diamètres.)

Quant aux stomates, nombreux à la face supérieure mais interne, ils sont accompagnés de deux cellules annexes (fig. XIII).

II. *Anabasis prostrata* Pomel

SYNONYME : *Anabasis articulata* Choulette (non Moq.).

NOM ARABE : Adjéram.

HABITAT : Algérie, débris schisteux d'origine marine, près des salines d'Ârzew (département d'Oran).

Tiges très rameuses, couchées, à rameaux articulés plus ou moins épais, cylindriques, terminés en cupule. Feuilles rudimentaires.

Fleurs en épis courts et interrompus au sommet des petits rameaux. Bractées carénées, un peu aiguës.

Calice pentamère, comprenant, à l'époque de la maturité du fruit, cinq ailes membraneuses, rouges, inégales (3 très grandes réniformes, 2 petites arrondies).

Staminodes orbiculaires, à peine laineux extérieurement.

Fruit comprimé, à péricarpe à peine pulpeux, non coloré. Graine avec embryon exalbuminé, à radicule infère ascendante, atteignant presque le milieu de la graine.

Plante verte dans ses parties jeunes, glauque blanchâtre dans les parties âgées. Fructifie en décembre.

*
* *

Dans toutes les espèces du genre *Anabasis*, la structure anatomique est assez compliquée et caractérisée par l'absence de symétrie dans les formations libéro-ligneuses surnuméraires abondantes, comme c'est le cas chez beaucoup de Chénopodiacées, et notamment chez les espèces dont les racines sont tuberculisées.

Si l'on coupe la tige de l'*Anabasis prostrata* dans la région du collet, on trouve de nouveau typiquement dans

la zone médullaire quatre faisceaux libéro-ligneux centraux, dont l'un est parfois dissocié; de plus, il apparaît de bonne heure des formations cribro-vasculaires tertiaires extrême-

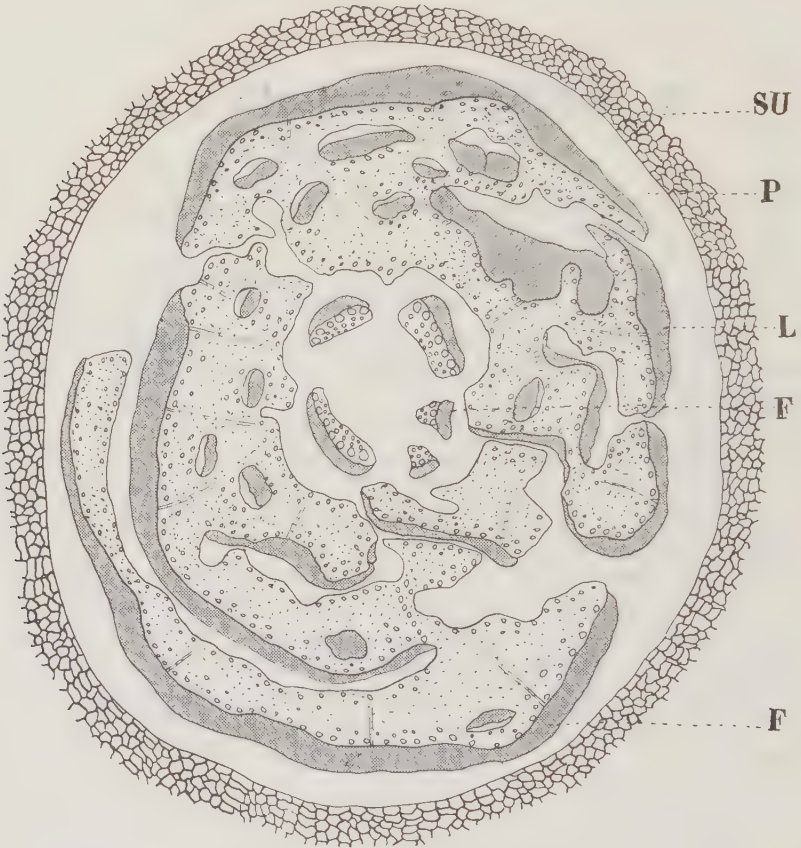


FIG. XIV. — Coupe transversale de la base de la tige, région du collet de l'*A. prostrata* Pomel.

SU, suber externe; F, faisceaux cribro-vasculaires;
P, parenchyme secondaire; L, liber.

(Grossissement : 35 diamètres.)

ment irrégulières et dispersées sans ordre, pour former le cylindre central.

Dans l'intérieur du tissu lignifié, on retrouve ici quel-

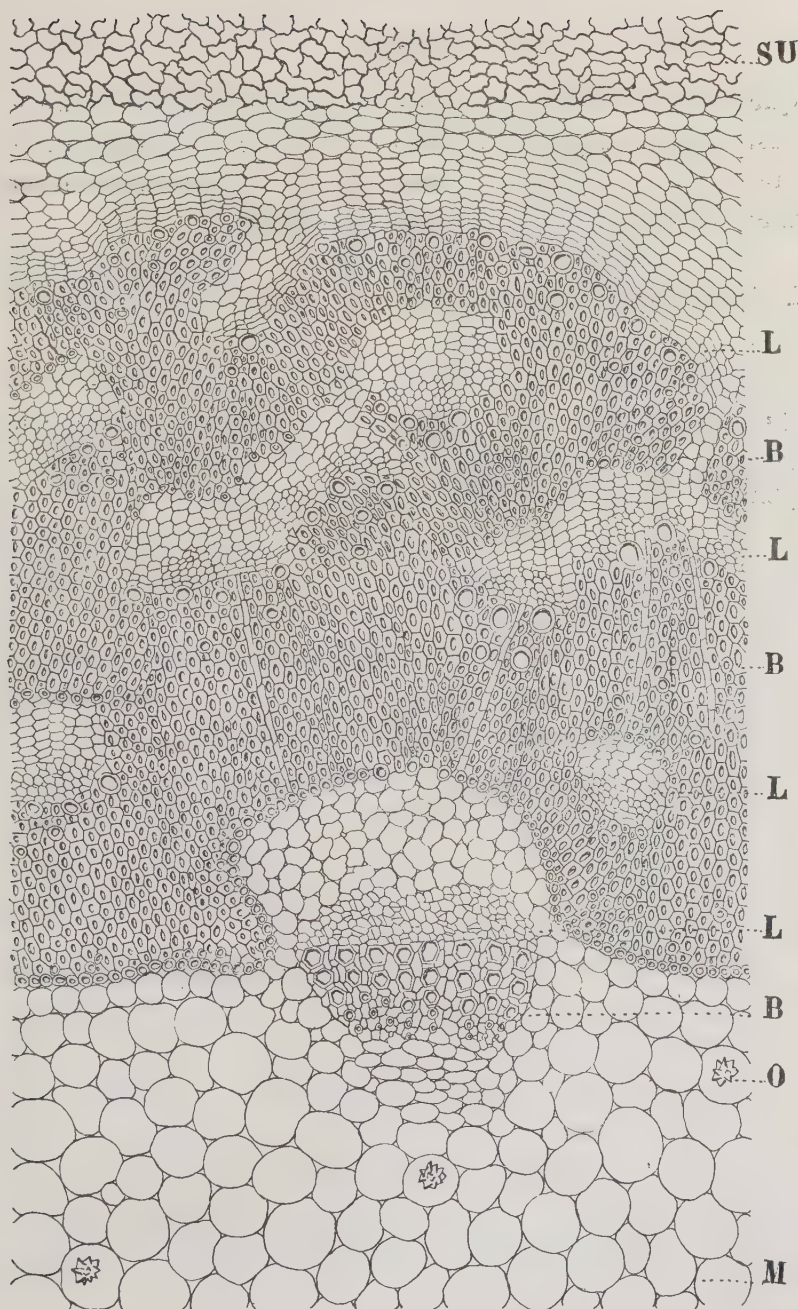


FIG. XV. — Tige de l'*Anabasis prostrata* Pomel.
Même section transversale à un plus fort grossissement
(160 diamètres).

L, liber, dont un ilot inclus dans la masse fibro-ligneuse; B, bois
avec vaisseaux isolés; SU, suber; O, macles d'oxalate de calcium.

ques îlots criblés, mais de plus, des formations cribro-vasculaires complètes (fig. XIV) ; le suber est formé d'éléments disposés plus ou moins sans ordre. Cette disposition inextricable est tout à fait caractéristique.

Non seulement des îlots libériens sont répartis çà et là à l'intérieur du bois fibro-scléreux, mais aussi des formations complètes, bois et liber !

La lignification des tissus est telle qu'on ne saurait expliquer en détail ce qui s'est passé ; il faudrait, pour cela, pouvoir suivre le développement sur des dizaines de jeunes plants, ce qu'il nous a été impossible de faire.

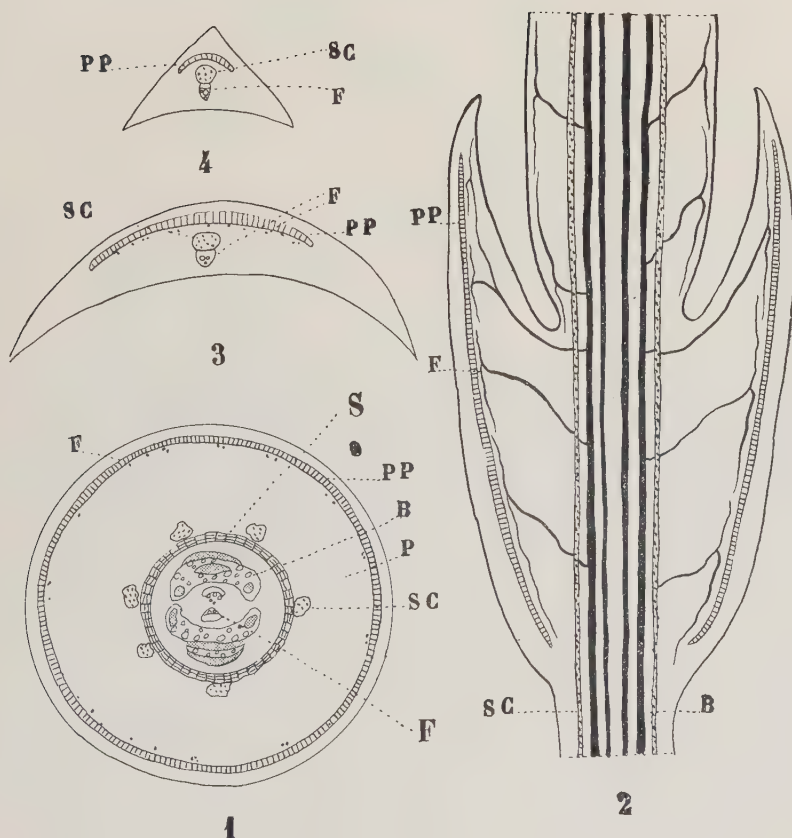
On voit, au centre, les faisceaux normaux primitifs, parfaitement isolés dans le parenchyme médullaire central (fig. XIV ; fig. XV, M).

L'examen de la course des faisceaux en coupe longitudinale (fig. XVI) rappelle ce qui a été constaté dans l'*A. aphylla*. Au centre, persistent seulement deux faisceaux conducteurs libéro-ligneux, puis deux larges bandes fibro-vasculaires surnuméraires tertiaires, desquelles se détachent les faisceaux foliaires F. (Les faisceaux des petites nervures s'étalent au-dessous de l'assise palissadique (PP, fig. XVI), comme il a été dit précédemment.)

Les détails de structure sont parfaitement apparents dans la figure XVII, représentant une coupe transversale vers le milieu de la hauteur de la tige ; elle rappelle ce qui a été déjà vu pour l'espèce précédente, *A. aphylla*.

L'épiderme E, à cellules fortement cuticularisées, est interrompu par de nombreux stomates enfoncés et, au-dessous, l'hypoderme épais comprend trois à quatre assises de cellules parenchymateuses, plus allongées dans le sens tangentiel.

L'assise palissadique n'est pas bordée par des éléments différenciés, et les dernières ramifications des petites ner-

FIG. XVI. — *Anabasis prostrata* Pomel.

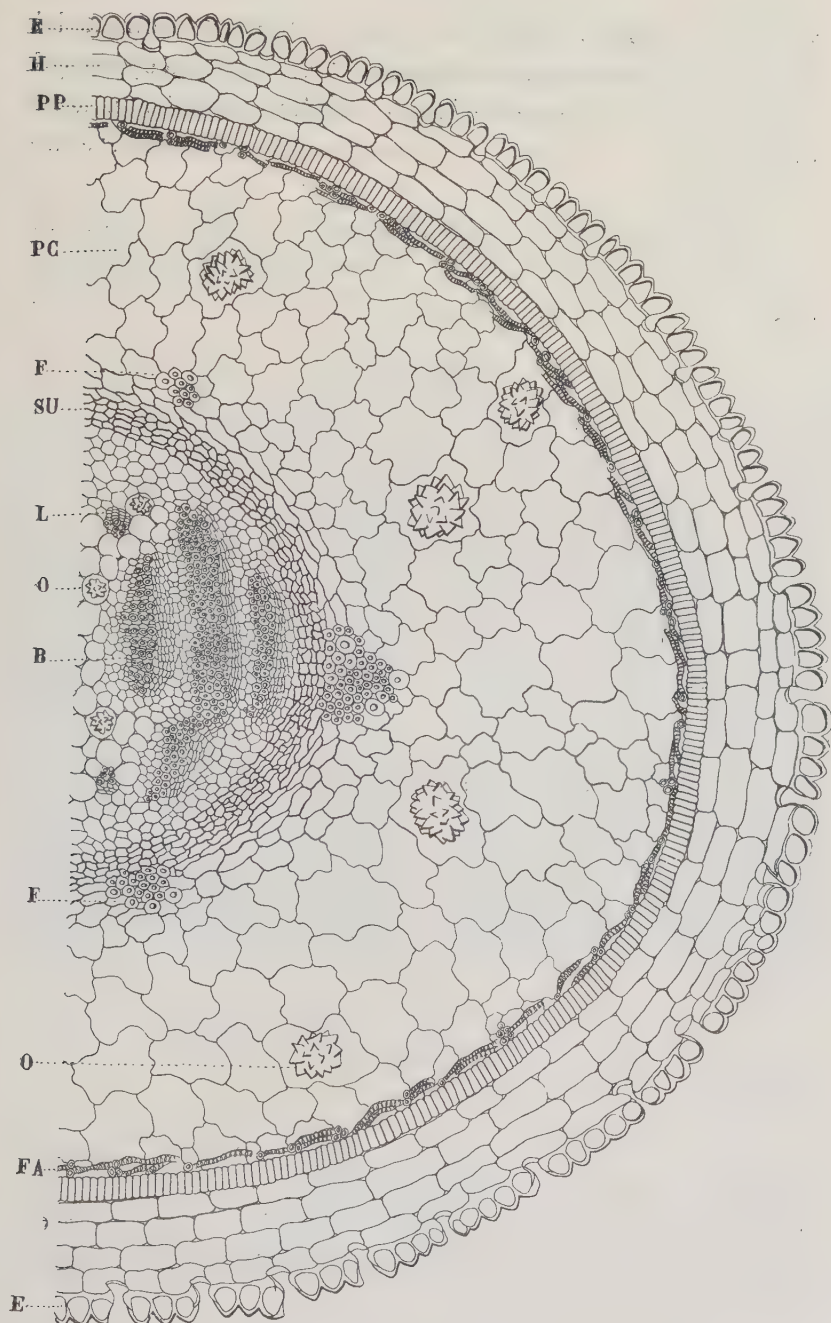
1. Coupe transversale de la tige; 2. Coupe longitudinale montrant le trajet des faisceaux libéro-ligneux; 3. Coupe transversale dans la partie libre de la feuille; 4. Coupe transversale tout à fait au sommet.

LÉGENDE : S, bande subérifiée périfasciculaire; SC, sclérenchyme; PP, parenchyme palissadique; P, parenchyme; L, liber; B, cordons ligneux; F, faisceaux libéro-ligneux.

FIG. XVII. — Coupe transversale vers le milieu de la tige
de l'*A. prostrata* Pomel.

E, épiderme; H, hypoderme; PP, assise palissadique; FA, terminaisons
vasculaires; O, macles d'oxalate de calcium; F, îlots fibreux; L, B, liber
et bois des faisceaux conducteurs.

(Grossissement : 160 diamètres.)



vures (FA, fig. XVII) de la gaine foliaire, viennent ici directement en contact avec cette assise. Le parenchyme qui vient ensuite est formé de larges cellules irrégulières, dont quelques-unes renferment d'énormes macles d'oxalate de calcium, O.

A la périphérie du cylindre central, entouré par un anneau de tissu subérifié, SU, on remarque à l'extérieur de ce dernier des îlots volumineux de fibres. Quant au cylindre

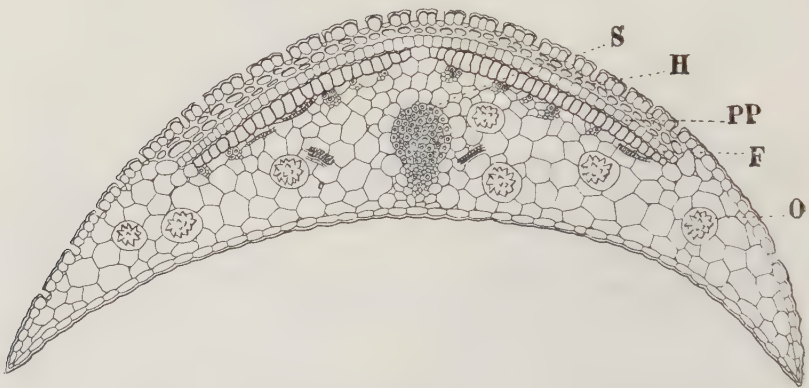


FIG. XVIII. — Partie libre de la feuille
d'*Anabasis prostrata* Pomel.

(Grossissement : 125 diamètres.)

PP, parenchyme palissadique; H, hypoderme; S, sclérenchyme;
F, faisceaux; O, macles d'oxalate de calcium.

central, il renferme des faisceaux libéro-ligneux isolés et superposés, en lames de dimensions différentes, généralement sur trois rangées; toutefois, celui du milieu est beaucoup plus volumineux, comme l'indiquait déjà la coupe schématique (1, fig. XVI).

En résumé, à part quelques détails spécifiques, c'est la répétition de ce qui a été décrit chez l'*A. aphylla*, sauf un hypoderme plus épais, la disparition de l'assise spéciale sous-palissadique et moins de régularité dans les formations tertiaires surnuméraires.

III. *Anabasis aretioides* Moq. et Coss.



PLANCHE XIX. -- Terrain rocailleux dans le Sud-Oranais, avec nombreuses touffes buissonnantes d'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss.

(Clichés Commandant Masson.)

SYNONYMES : *Fredolia aretioides* Coss. et Dur.;
Noaea aretioides Bunge.

NOM VULGAIRE : Chou-fleur de Bou-Amama.

HABITAT : Sud-Oranais, vers les confins du Maroc (région de Figuig).

Cette espèce a été récoltée, à deux reprises, par M. le Docteur P. BRIAND, pharmacien, et par M. le Commandant MASSON, contrôleur civil à Figuig, dans la plaine dite de Baghdad et aux environs du col de Zenaga.

*
* *

Plante naine, très rameuse, formant des touffes d'un blanc jaunâtre qui s'enfoncent en partie dans le sol.

Racine fusiforme. Tiges ligneuses, vivaces, nombreuses, blanchâtres, très dures, donnant de nombreux rameaux à écorce rugueuse, crevassée, brunâtre. Entre-nœuds très courts, entièrement entourés par la base des feuilles. Feuilles petites, nombreuses, piquantes au sommet, opposées en paires imbriquées embrassant la tige.

Fleurs pentamères généralement groupées par trois à cinq au sommet des rameaux. Périclype persistant, formé de cinq sépales tous ailés. Réceptacle portant cinq étamines à connectif prolongé en appendice aigu et cinq staminodes glabres alternant avec elles. Ovule dressé. Graine verticale, à tégument simple. Embryon en spirale conique, avec une radicule courte, ascendante.

*
* *

La coupe transversale de la racine d'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss. (fig. XXI et XXII) rappelle la structure de certaines lianes, par la dislocation du cylindre central et l'apparition de lames cribro-vasculaires de dimensions très variables, qui paraissent enchevêtrées l'une dans l'autre, tout en gardant à l'ensemble libéro-ligneux une disposition plus ou moins spiralee.

Au centre, on retrouve les quatre faisceaux primitifs à écartement inégal, sans doute par suite de la pression exercée par les formations surnuméraires qui les entourent.

En somme, autour des quatre faisceaux primitifs, il s'est formé des séries d'arcs cambiaux dans le parenchyme péricyclique, donnant des formations libéro-ligneuses normalement orientées, mais de volume extrêmement variable, d'où l'aspect tourmenté offert par le cylindre central de la racine (fig. XXI).

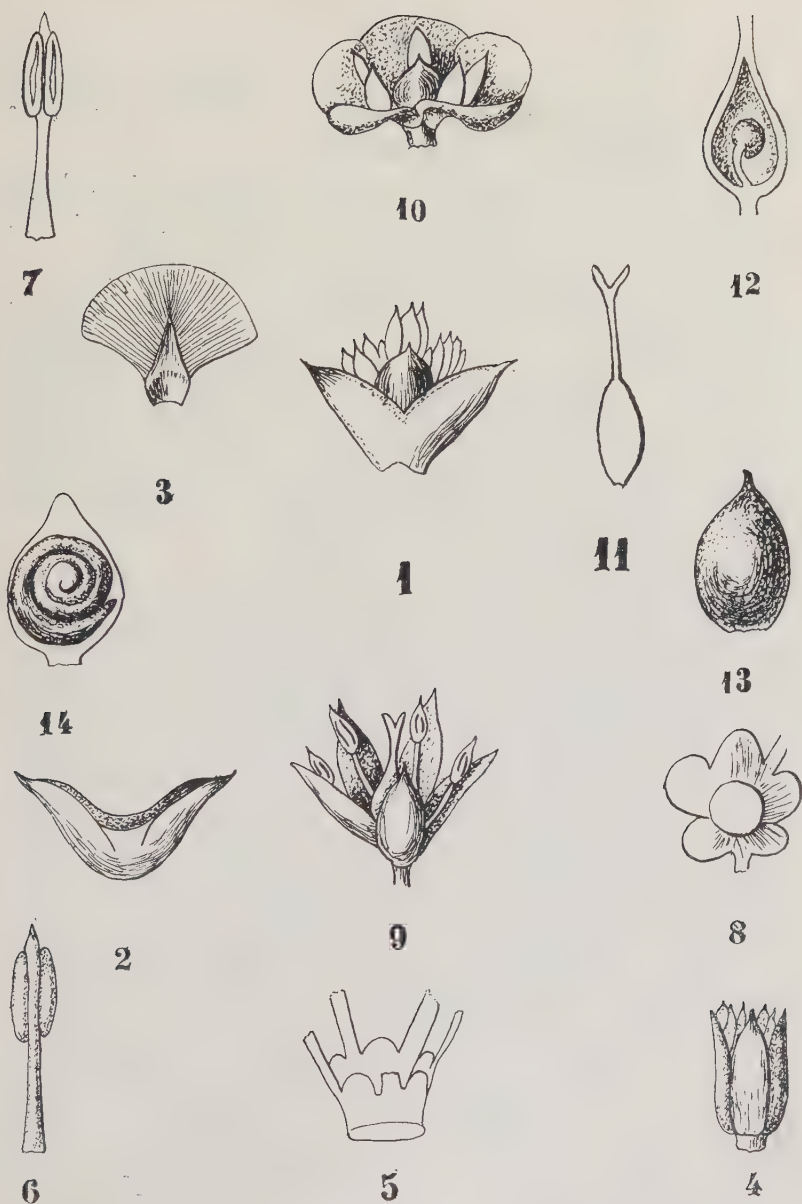


PLANCHE XX. — *Anabasis aretioides* Moq. et Coss.

1. Fleur terminale; 2. Feuilles connées, réunies par leur base en cupule traversée au centre par l'axe floral; 3. Sépale ailé, face ventrale; 4. Fleur fermée; 5. Nectaires interstaminaux, alternant avec les filets des anthères; 6, 7. Etamines; 8. Couronne nectarifère dans la fleur à maturité; 9. Fleur isolée ouverte; 10. Calice persistant et corolle rudimentaire entourant le fruit; 11. Ovaire surmonté du style et d'un stigmate bifide; 12. Ovaire fendu longitudinalement; 13, 14. Fruit avec embryon spiralé.
(En partie d'après MOQUIN-TANDON et E. COSSON.)

Une coupe examinée à un assez fort grossissement permet de comprendre ces anomalies.

Une couche de liège, SU, protège la racine; à ce liège fait suite un phelloderme un peu collenchymatoïde, à cellules prismatiques et parois plus minces (fig. XXII).

Les faisceaux libéro-ligneux de la rangée la plus externe sont protégés par des bandes de tissu sclérifié irrégulières (fig. XXII, SC), et, dans le parenchyme secondaire qui les entoure, on rencontre d'assez nombreuses cellules cristalligènes, renfermant des prismes d'oxalate de calcium; ces éléments sont à signaler, d'ailleurs, à l'intérieur de tous les tissus restés parenchymateux.

Les formations cribro-vasculaires tertiaires qui avec l'accroissement de la plante prennent naissance dans le tissu secondaire du cylindre central, sont réparties sans ordre, de volume très variable, mais elles sont peu vascularisées. Les vaisseaux du bois sont dispersés çà et là, tantôt en groupes, tantôt isolés au milieu d'un sclérenchyme ligneux extrêmement abondant qui donne à la racine une dureté considérable, tout en lui conservant une certaine souplesse, par suite de la présence de lames de tissu libérien (L) ou de tissu secondaire non lignifié. Les lames de tissu ligneux sont parcourues par des rayons médullaires à une seule assise de cellules.

Tout à fait au centre, la figure XXII montre l'un des faisceaux primitifs (F), plongé dans un tissu resté parenchymateux, sorte de moelle, ce qui montre que cette racine, dans sa structure, a gardé certains caractères de tige, comme cela se présente chez bon nombre de plantes à racine pivotante.

Par suite du développement inégal des arcs cambiaux, donnant souvent naissance à une plus grande quantité d'éléments ligneux, les lames libériennes se trouvent plus ou

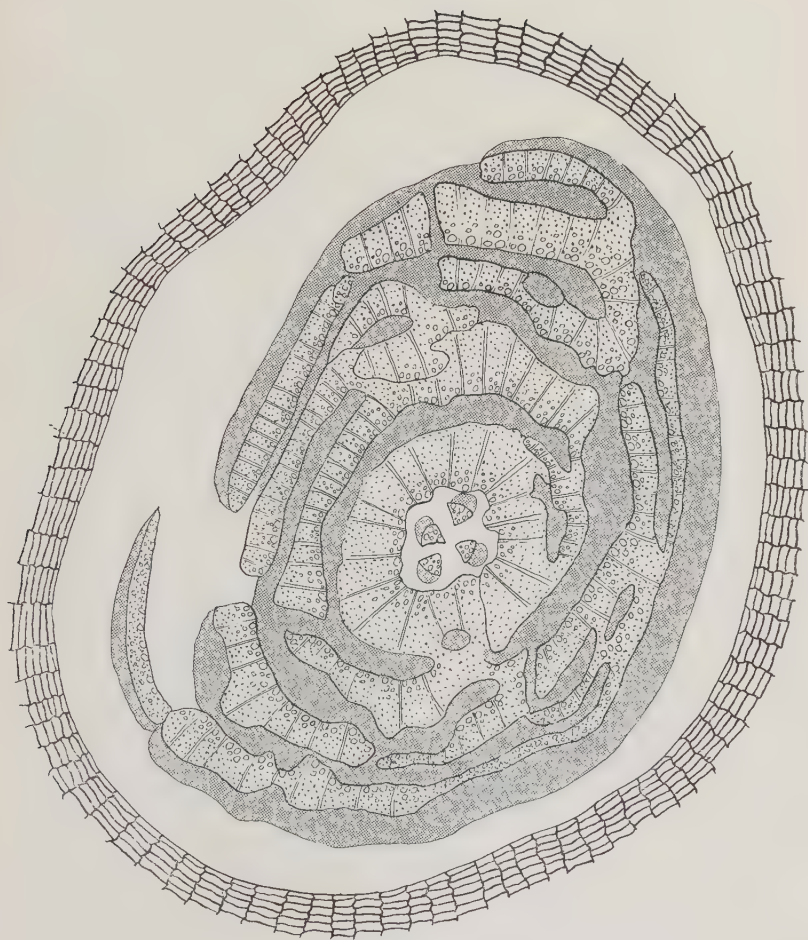


FIG. XXI. — Coupe transversale schématique de la racine d'*Anabasis aretioides* montrant la structure irrégulière du cylindre central disloqué en lames intravasculaires inégales, ayant pris naissance dans les tissus secondaires au fur et à mesure de l'accroissement.

(Grossissement : 48 diamètres.)

moins écrasées, ce qui, d'ailleurs, est fréquent également chez les espèces à structure anormale.

Les éléments qui constituent ces formations anormales ne présentent aucune particularité spéciale. Les tubes criblés des zones libériennes sont petits et ne peuvent être distingués qu'en coupe longitudinale; les lames vasculaires sont constituées fondamentalement par des éléments prosenchymateux à parois épaisses lignifiées, à lumen réduit, donnant un tissu dense, au sein duquel sont dispersés des vaisseaux conducteurs hexagonaux généralement isolés.

A la périphérie de la zone médullaire, les éléments cellulaires, au lieu d'être entièrement parenchymateux et celluloseux comme ceux de la zone centrale dans laquelle se rencontrent les quatre faisceaux primitifs, sont arrondis et à parois un peu épaissies, le lumen restant très large.

Dans les faisceaux centraux, le parenchyme ligneux n'est pas lignifié.

Il est à remarquer que, parmi les coupes longitudinales représentant la marche des faisceaux libéro-ligneux, nous avons choisi, pour les dessiner, celles qui passent au niveau des faisceaux foliaires. Au contraire, dans la figure 8 de son mémorable travail sur la tige des Chénopodiacées (1), M. FRON a montré schématiquement la marche des faisceaux en supposant ceux-ci ramenés tous sur un même plan vertical.

Tige et gaine foliaire (fig. XXIII)

On sait que les feuilles très réduites de cette espèce sont opposées, longuement engainantes, le limbe étant

(1) G. FRON. — Recherches anatomiques sur la racine et la tige des Chénopodiacées. *Thèse Doct. Sc. naturelles*, Paris, 1899, et *Ann. des Sc. naturelles, Botanique*, 1899, (8^e série), 9, p. 195 (fig. 8).

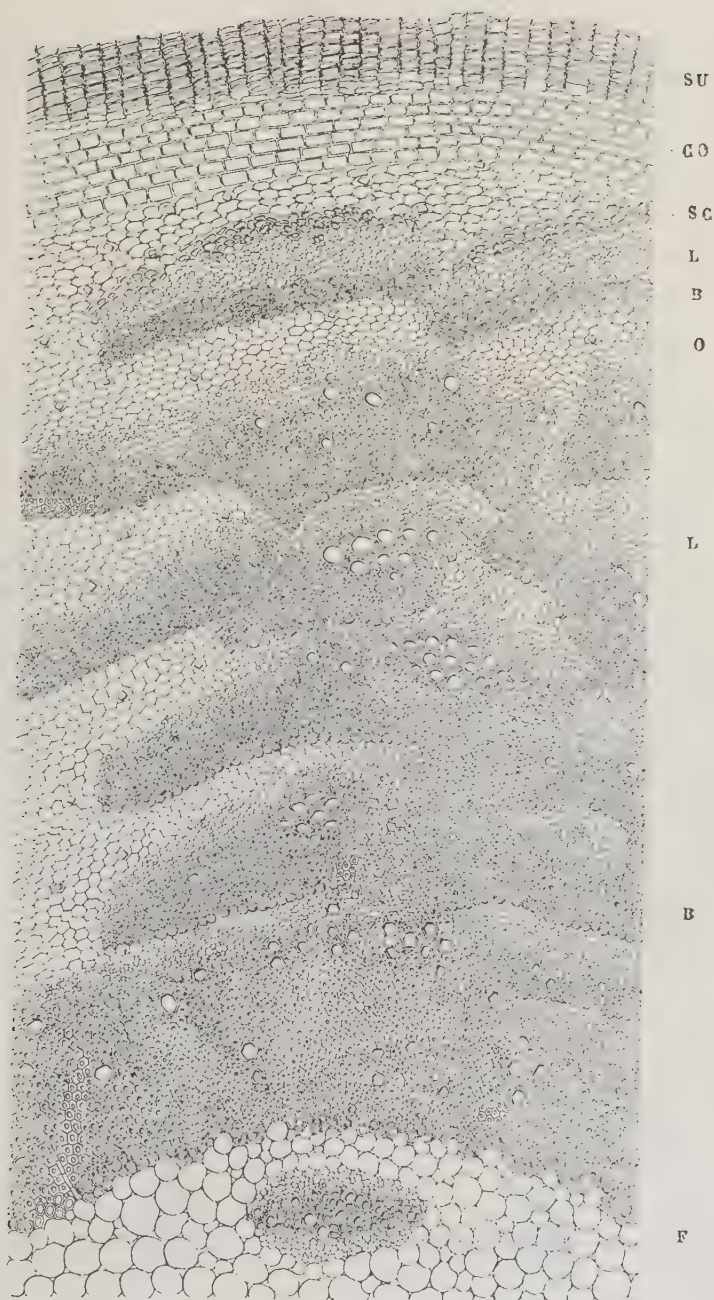


FIG. XXII. — Coupe transversale de la racine
d'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss.

SU, liège; CO, phelloderme collenchymateux; SC, bandes scléreuses externes; L, tissu libérien; B, tissu ligneux; F, faisceau libéro-ligneux du cercle central; O, macles d'oxalate de calcium.

(Grossissement : 160 diamètres.)

PLANCHE XXIII. — Section transversale et section longitudinale schématiques de la tige d'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss.

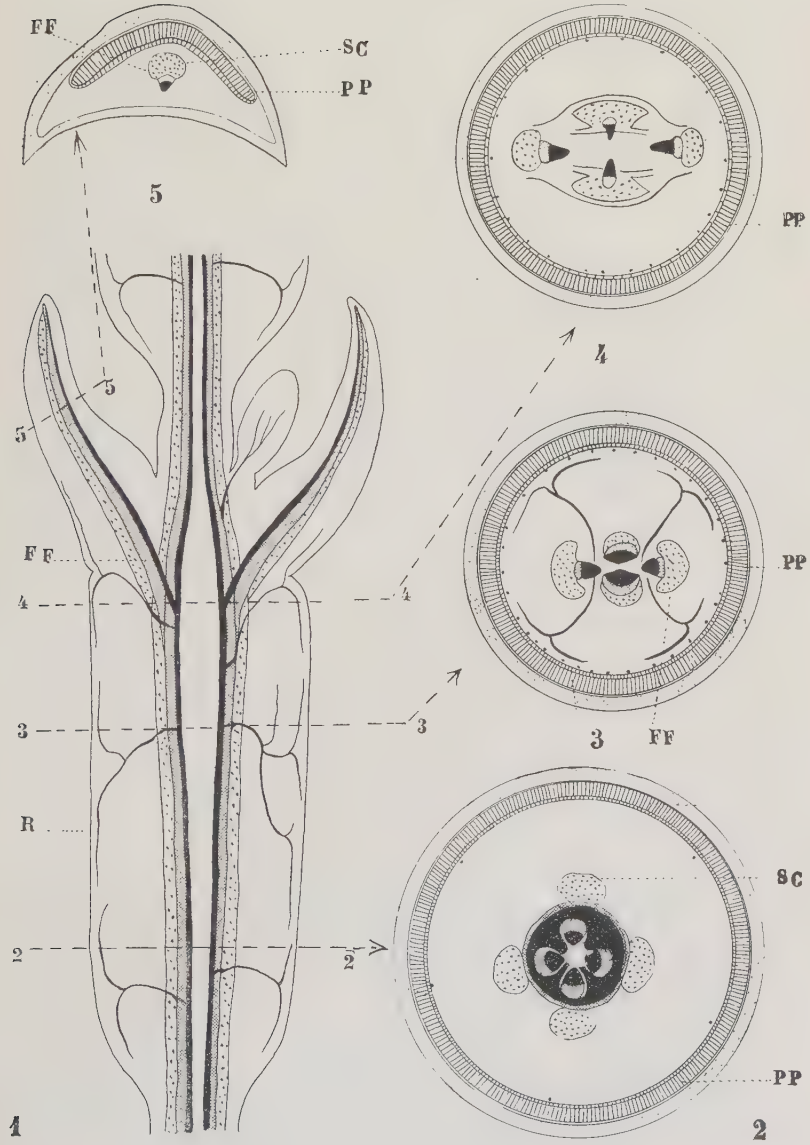
1. Section longitudinale, montrant le trajet des faisceaux libéro-ligneux : FF, faisceaux de la nervure principale de la feuille ; R, faisceaux de la nervure secondaire.

2. Coupe à la base de la gaine, montrant la structure type de la tige, soit quatre faisceaux centraux entourant, par l'ensemble de formations surnuméraires, quatre amas de sclérenchyme, SC, et l'anneau de cellules palissadiques, PP.

3. Section au milieu de la gaine, au niveau 3; deux faisceaux normaux au centre, deux faisceaux latéraux (comparer fig. VI).

4. Section vers la base de la partie libre de la feuille : les deux faisceaux des nervures principales FF se détachent du cylindre central primitif.

5. Section transversale de la feuille (comparer fig. VII).



réduit à une sorte de langue étroite détachée de la gaine, au centre de laquelle passe la tige.

Si l'on étudie la marche des faisceaux conducteurs (1. fig. XXIII) dans la partie engainante, il est bon de noter d'abord que le cylindre central se compose typiquement de quatre faisceaux entourés d'une sorte de gaine cribro-vasculaire, le tout formant une sorte de cylindre complexe dès la base de la gaine (2, fig. XXIII).

Un peu plus haut (3, fig. XXIII), on ne retrouve plus que les quatre faisceaux isolés: les deux latéraux, changeant de forme, s'écartent de l'axe central, tandis que la lame vasculaire s'allonge en s'amincissant et que les amas de sclérenchyme protecteur (SC) deviennent plus volumineux.

De fines nervures secondaires se détachent de ces faisceaux. A partir du moment où le limbe foliaire se sépare de la partie centrale (tige), chacun d'entre eux forme la nervure médiane de cette petite feuille (4, 5, fig. XXIII).

Examinant plus en détail la structure vers le milieu de la gaine, on voit (fig. XXIV) :

- 1° Un épiderme papilleux, dont chaque cellule, conique, à paroi fortement épaissie, surtout vers l'extérieur, prend une apparence particulière; il est interrompu par des stomates enfoncés, pourvus de deux cellules annexes et d'une chambre sous-stomatique très réduite (fig. XXIV) ;
- 2° Un tissu comprenant quatre à cinq assises de cellules irrégulières, arrondies, à parois épaisses collenchymateuses, dont la dernière rangée se compose de plus petits éléments moins épaissis, et dont un certain nombre renferment une macle d'oxalate de calcium (CO, fig. XXIV) ;
- 3° Le parenchyme chlorophyllien sous-jacent est représenté

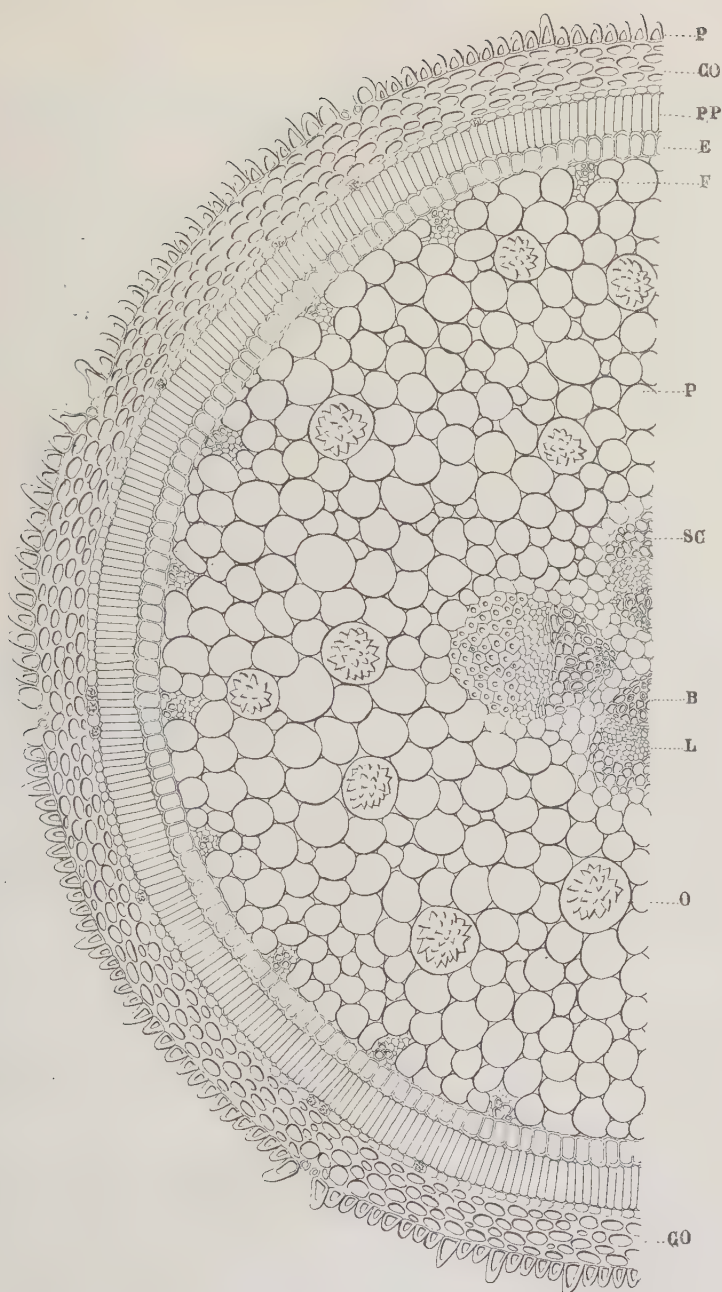


FIG. XXIV. — *Anabasis aretioides* Moq. et Coss.

Coupe transversale de la tige au niveau de la gaine.

CO, hypoderme collenchymateux; PP, assise palissadique; E, gaine protectrice; P, parenchyme; SC, scélérénchyme; L, liber; B, bois; O, Oxalate de calcium; F, terminaisons des nervures secondaires.

(Grossissement : 160 diamètres.)

par une assise de cellules en palissade longues et étroites (PP) ;

- 4° Une assise amyliifère, formée de cellules prismatiques presque cubiques, un peu allongées en section transversale et dont le rôle n'est pas défini (on l'a assimilée à un endoderme), mais qu'on retrouve incomplète dans le limbe foliaire, ce qui rend un peu précaire cette assimilation. Emmagasinant l'amidon par son contact intime avec l'assise chlorophyllienne, cette assise constitue une formation de réserve et de protection contre l'évaporation, assurant le bon fonctionnement de la zone interne dans laquelle sont plongés les faisceaux libéro-ligneux ;
- 5° Un certain nombre de petits faisceaux cribro-vasculaires. (F), représentant les terminaisons des petites nervures ;
- 6° Un parenchyme central à grands éléments arrondis, avec d'énormes cellules hypertrophiées, remplies par une macle d'oxalate de calcium (O, fig. XXIV-XXV) : au centre, les quatre faisceaux libéro-ligneux, dont deux caulinaires et deux foliaires, sont disposés à peu près régulièrement en cercle.

Limbe (fig. XXV)

Dans la feuille, la structure est tout à fait comparable à celle de la partie engainante.

La section transversale forme une sorte de croissant dont une face est un peu concave et l'autre très arrondie et convexe (5, fig. XXIII).

On doit noter que, par suite de la disposition de la feuille, la face inférieure, convexe, étant plus éclairée, l'assise palissadique chlorophyllienne tend à se rapprocher de cette face morphologiquement inférieure.

En somme, la structure du limbe de la feuille reproduit celle de la partie engainante, sauf la symétrie, non plus axiale, mais s'établissant par rapport au plan médian passant par le faisceau libéro-ligneux détaché, comme il a été dit, de l'anneau vasculaire central.

L'épiderme, à éléments moins séparés dans leur partie

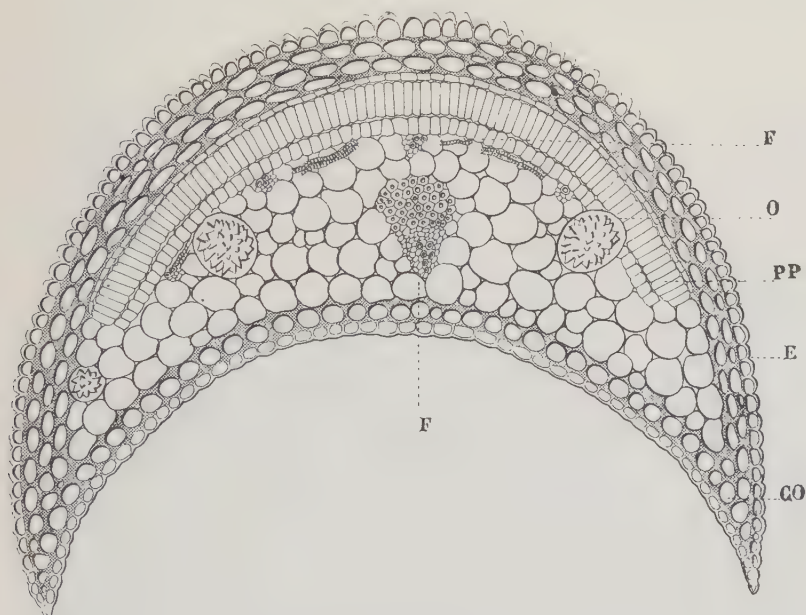


FIG. XXV. — Sommet libre de la feuille
d'*A. aretioides* Moq. et Coss.

E, épiderme; CO, collenchyme; F, faisceaux libéro-ligneux;
PP, parenchyme palissadique; O, macles.
(Grossissement : 180 diamètres.)

externe, est cependant papilleux; le collenchyme est réduit à une ou trois couches cellulaires, avec une dernière assise de cellules beaucoup plus petites; puis, vient un arc d'éléments palissadiques chlorophylliens, auquel est accolée intérieurement une assise de cellules amylières, dont la largeur correspond à la largeur de l'arc palissadique.

Dans le mésophylle central, à grands éléments arrondis, on trouve, comme dans la gaine, d'énormes idioblastes oxalifères, avec une seule et énorme macle (O. fig. XXV).

Les terminaisons vasculaires des petites nervures viennent s'épanouir contre l'assise sous-palissadique.

En résumé, la structure anatomique de l'*Anabasis aretioides* est caractérisée par la remarquable protection du tissu chlorophyllien et du tissu conducteur. Ces modifications sont du reste déterminées par l'habitat de cette plante qui nécessite une défense très nette contre la dessiccation intense par les vents du désert.

D'une part le cylindre central est, somme toute, entouré du haut en bas par les gaines foliaires, qui se succèdent presque sans interruption.

D'autre part, le cercle de cellules palissadiques chlorophylliennes est à son tour protégé efficacement : 1° par la structure et la disposition papillaire des cellules épidermiques qui emmagasinent, en plus, du sable extrêmement fin dont le rôle ne doit pas être négligé vis-à-vis de la protection contre les rayons solaires; 2° par la gaine hypodermique collenchymateuse.

Plus énigmatique est le rôle joué par les deux assises, appliquées, l'une extérieurement, l'autre intérieurement, contre l'assise chlorophyllienne; mais il n'est pas douteux que leur signification biologique est du même ordre protecteur.



IV. *Anabasis articulata* Moq.



FIG. XXVI. — *Anabasis articulata* Moq.

(Cliché MASSART, in ENGLER.)

SYNONYMES : *Anabasis crassa* Moq.;
Salsola articulata Forsk.

NOM ARABE : *Belbel* (ou *Baguel*) en Algérie; *Rémeh* en Arabie.

HABITAT : Algérie, environ de Bou-Saâda et de Toughourt; assez commune sur les Hauts-Plateaux; Espagne; Egypte; Arabie; Liban.

Description. — Plante buissonnante, atteignant rarement 1 mètre de hauteur, à fleurs en épis denses, parfois unisexuées;

tiges raides, rameaux divergents, entrenœuds longs de six à douze millimètres; les jeunes pousses sont d'un vert tendre, à aspect pubérulent.



FIG. XXVII. — *Anabasis articulata* Moq.
Echantillon d'herbier, provenant d'Algérie.
(Grandeur naturelle.)
(Envoi de M. G. CHANCOGNE, à Bou-Saâda.)

La floraison de cette espèce est très difficile à observer; il est même rare de pouvoir la cueillir en quantité importante, les jeunes pousses étant avidement broutées par les chèvres, les moutons et les chameaux.

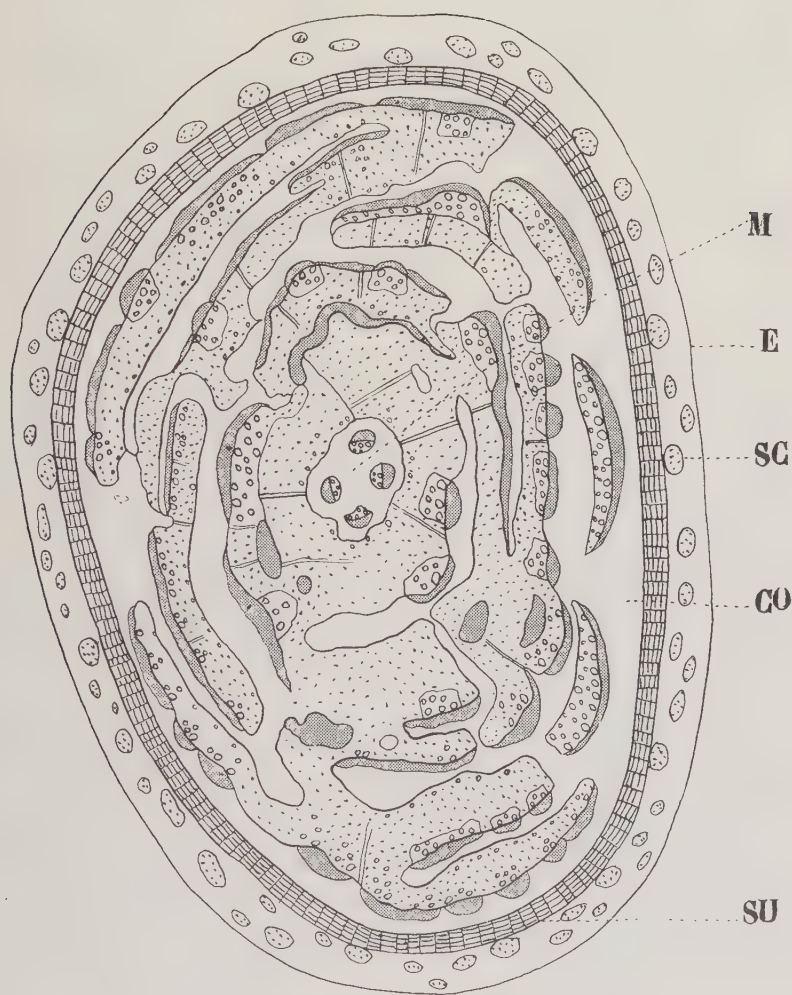


FIG. XXVIII. — Coupe transversale schématique à la base de la tige de l'*A. articulata* Moq.

E, épiderme; CO, collenchyme; SU, suber; SC, sclérenchyme; M, moelle
(Grossissement : 60 diamètres.)

Base de la tige vers le collet

La structure anatomique de la base de la tige de l'*Anabasis articulata* Moq., au voisinage du collet (fig. XXVIII), est tout à fait comparable à celle de l'*A. aretioides*.

Au centre, on distingue quatre faisceaux dans un parenchyme réduit, puis un cylindre libéro-ligneux disloqué, provenant du fonctionnement d'arcs cambiaux. A mesure que ces arcs sont plus proches de la périphérie, ils deviennent plus distincts, moins volumineux et mieux séparés par du parenchyme secondaire.

La bande subéreuse (SH, fig. XXVIII), est sensiblement identique et, vers l'extérieur, l'écorce est plus large, avec des îlots de sclérenchyme (SC, fig. XXVIII) et des macles d'oxalate de calcium. L'épiderme est persistant (E, fig. XXVIII).

Dans le parenchyme interfasciculaire, on rencontre également des cristaux prismatiques d'oxalate de calcium, et les lames fibro-vasculaires sont protégées par des bandes sclérenchymateuses à éléments très épaissis, fibreux.

Les cellules de la lame subéreuse sont irrégulières et le phelloderme est collenchymateux (CO, fig. XXVIII).

Il faut noter aussi que le tissu criblé des faisceaux tertiaires est fréquemment aplati par endroits; quant aux vaisseaux, ils sont ici encore répartis inégalement et, d'ordinaire, isolés dans les formations ligneuses.

Tige, gaine foliaire et feuille

La plus grande dislocation du cylindre central de l'*Anabasis articulata* se manifeste notamment dans la série des coupes transversales.

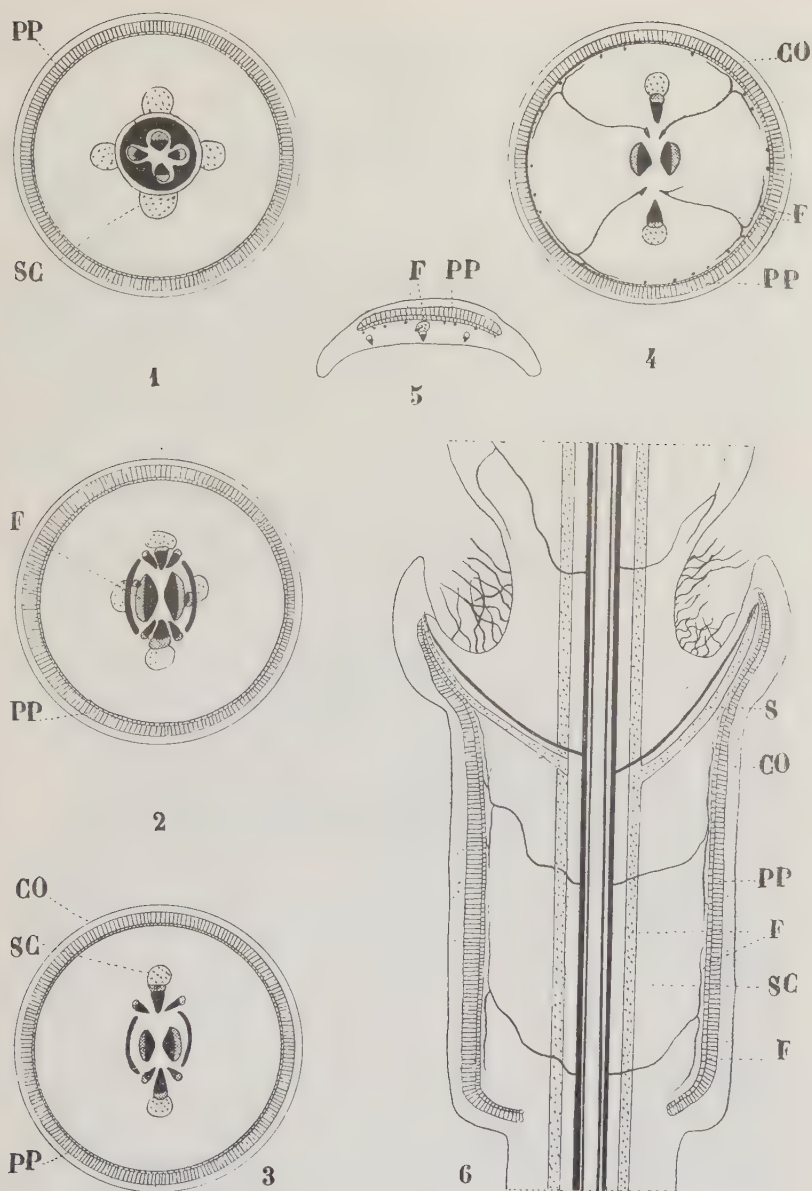


PLANCHE XXIX. — *Anabasis articulata* Moq.

Marche des faisceaux libéro-ligneux dans la tige.

1. Base de la tige avec faisceaux normaux et formations cribro-vasculaires anormales; 2. Les faisceaux anormaux extrêmement réduits au milieu de la tige; 3. Sommet de la tige, les formations anormales ont disparu et les faisceaux latéraux sont très visibles; 4. Sommet à l'extrémité de la tige; 5. Partie libre de la feuille; 6. Coupe longitudinale de la tige : gouttière garnie de poils.

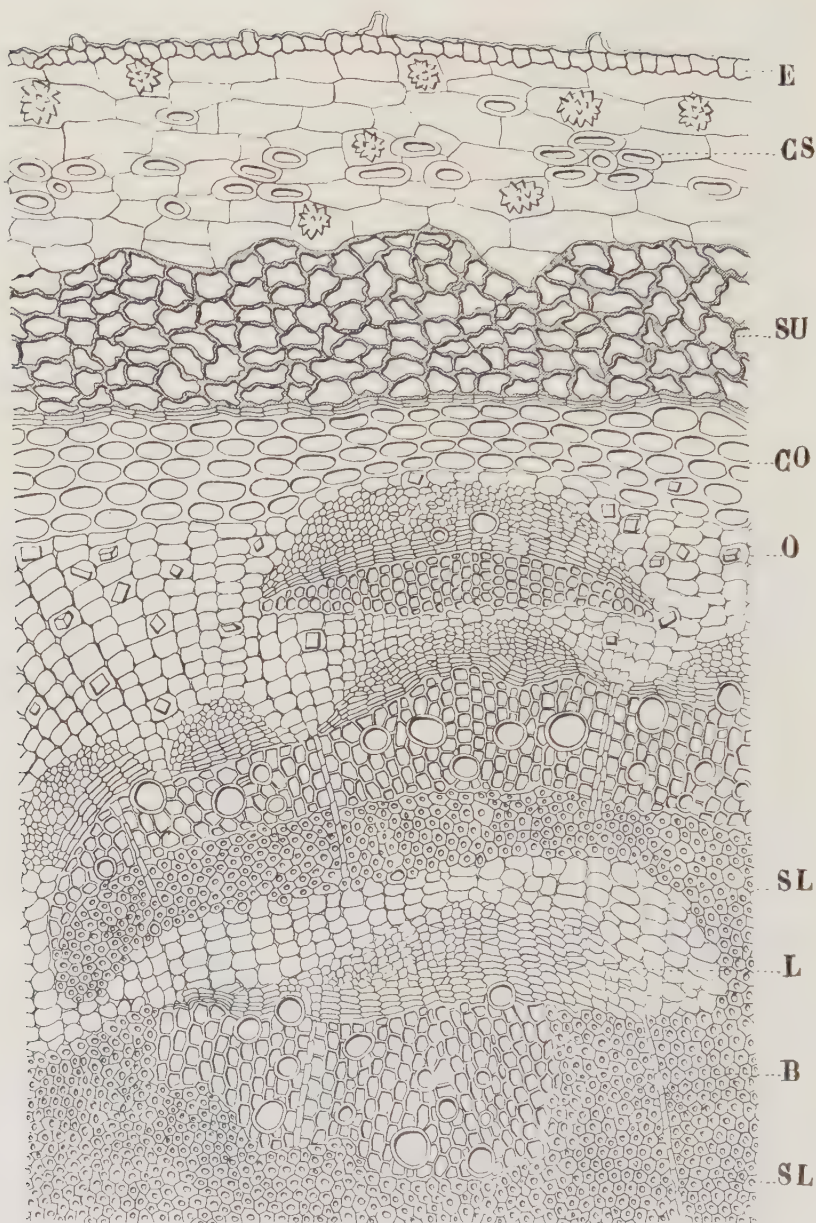


PLANCHE XXX. Coupe transversale à la base de la tige
d'*A. articulata* Moq.

E, épiderme; CS, cellules scléreuses; SU, suber; CO, collenchyme;
SL, sclérenchyme ligneux; O, oxalate de calcium; L, tissu criblé normal;
B, bois normal.

(Grossissement : 240 diamètres.)

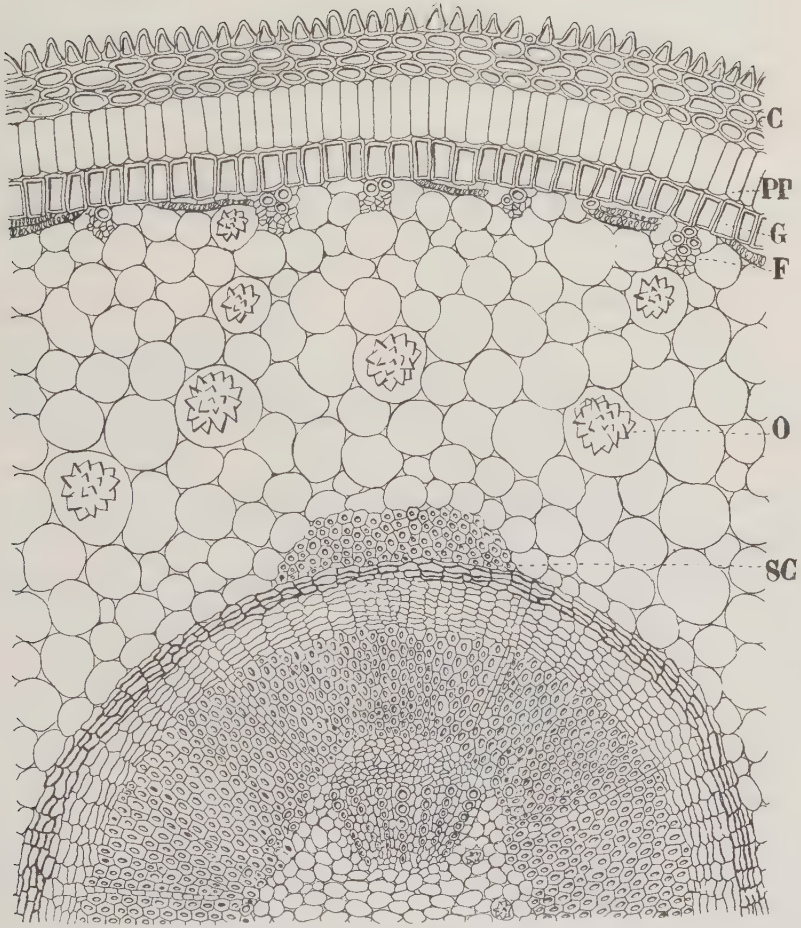


FIG. XXXI. — Coupe transversale de la tige d'*A. articulata* Moq., pratiquée vers la base de la gaine.

C, collenchyme hypodermique; PP, parenchyme palissadique; G, gaine protectrice; SC, sclérenchyme; SU, suber; O, macles d'oxalate.

(Grossissement : 180 diamètres.)

A la base de la tige, les quatre faisceaux centraux sont entourés d'une masse dense cribro-vasculaire, sensiblement comme dans l'*A. aretioides*, disposés en croix, mais plus

écartés, et les quatre amas périphériques disposés de même (1, Pl. XXIX).

Si l'on compare les coupes faites un peu plus haut, dans



FIG. XXXII. — Poils de l'aisselle des feuilles de l'*A. articulata*.
(Grossissement : 320 diamètres.)

la partie engainée, la distinction entre les deux espèces apparaît nettement.

Chez l'*A. articulata* (2, 3, Pl. XXIX), les deux faisceaux



FIG. XXXIII. — Gaine foliaire de l'*A. articulata* Moq.
Epiderme vu de face.
(Grossissement : 320 diamètres.)

centraux sont faciles à distinguer; les deux autres, qui se rendront dans les feuilles, s'orientent, mais ils sont accom-

pagnés par des formations inégales cribro-vasculaires, indiquant la dislocation dont il a été parlé.

La section longitudinale est, en tout point, comparable

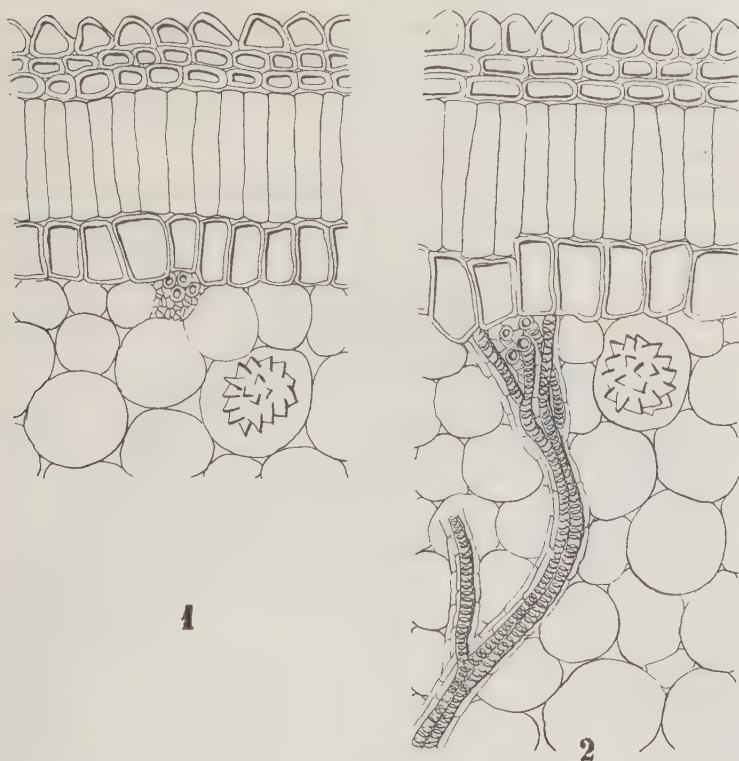


FIG. XXXIV. — Coupes transversales dans la tige d'*A. articulata* Moq. montrant la terminaison des faisceaux libéro-ligneux sous la gaine endodermique.

En 1, les faisceaux sont vus en section transversale; en 2, leur parcours est parallèle à la section.

(Grossissement : 320 diamètres.)

à celle de l'espèce précédente, sauf que les entrenœuds sont bien marqués et que chaque portion libre de limbe forme autour de la tige une sorte de gouttière, au fond de

laquelle prennent naissance de nombreux poils allongés qui en garnissent le fond (6, Pl. XXIX et XXXII).

A la partie interne, l'épiderme est formé de cellules coniques avec stomates épais, enfoncés, à deux cellules annexes (fig. XXXIII), et, au-dessous, le collenchyme hypodermique ne présente pas l'assise de cellules plus petites, observée précédemment, caractère qui paraît spécial à l'*A. aretioides*.

Même assise palissadique à éléments allongés, avec une autre assise interne d'éléments prismatiques, à parois plus

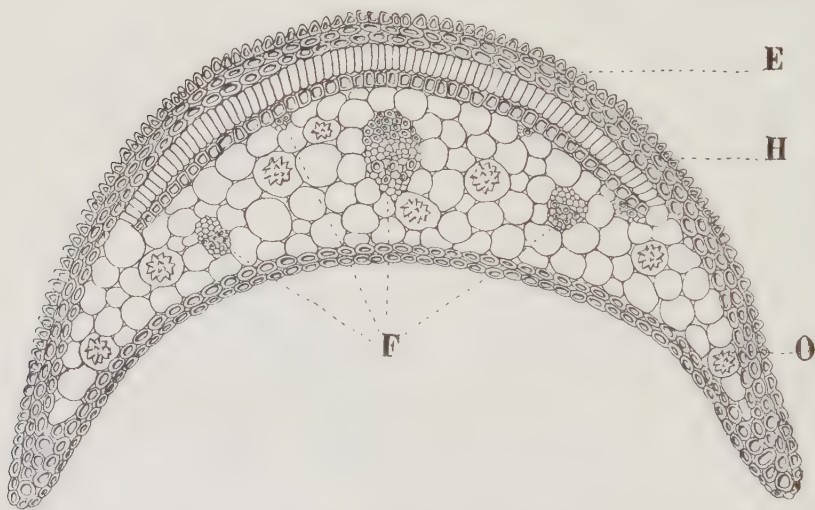


FIG. XXXV. — Partie libre de la feuille d'*A. articulata* Moq.

E, épiderme; H, hypoderme; F, faisceaux libéro-ligneux;
O, oxalate de calcium.

(Grossissement : 125 diamètres.)

épaisses et constituant une zone protectrice, contre laquelle viennent aboutir les terminaisons vasculaires des petites nervures. (Comparer avec la tige d'*A. aretioides*, fig. XXIV, p. 67.)

Le parenchyme, dans lequel sont situés au centre les quatre faisceaux normaux, est constitué par des cellules arrondies, grandes, avec idioblastes volumineux renfermant des macles cristallines d'oxalate de calcium.

Cette structure est représentée en détail en 1 et 2, (fig. XXXIV).

Feuille (*Limbe*) (fig. XXXV)

Le limbe, dans sa partie libre, est en tout point comparable, par sa structure histologique, à celui de l'*A. aretioides*.

La coupe transversale affecte l'aspect d'un arc bombé à la face inférieure et concave à la face supérieure. On observe les mêmes éléments épidermiques et sous-épidermiques, une assise palissadique avec une gaine sclérifiée et, dans le mésophylle, les faisceaux des nervures et des cellules à macles (fig. XXXV).



V. *Haloxylon tamariscifolium* Pau

SYNONYMES : *Haloxylon articulatum* (Boiss.) Bunge;
Caroxylon articulatum Moq.;
Salsola articulata Cav. (non Forsk.).

NOM ARABE : Kerendel.

HABITAT : Algérie (Beni-Ounif, Sud-Oranais, Hauts-Plateaux) et Maroc oriental où on le trouve jusqu'à 1.400 mètres d'altitude; Tunisie; Espagne (province de Murcie); Egypte; Syrie (Est et Nord de Damas, Palmyre).

*
* *

Petit arbrisseau, à rameaux nombreux, articulés, à feuilles réduites à des écailles triangulaires, opposées et soudées par deux à la base, laineuses en dedans.

Fleurs hermaphrodites axillaires, solitaires, pentamères, accompagnées de deux bractées arrondies. Calice persistant, à sépales libres, donnant naissance à des ailes membraneuses, brillantes, presque égales.

Cinq étamines alternant avec des staminodes et soudées avec eux par leur base.

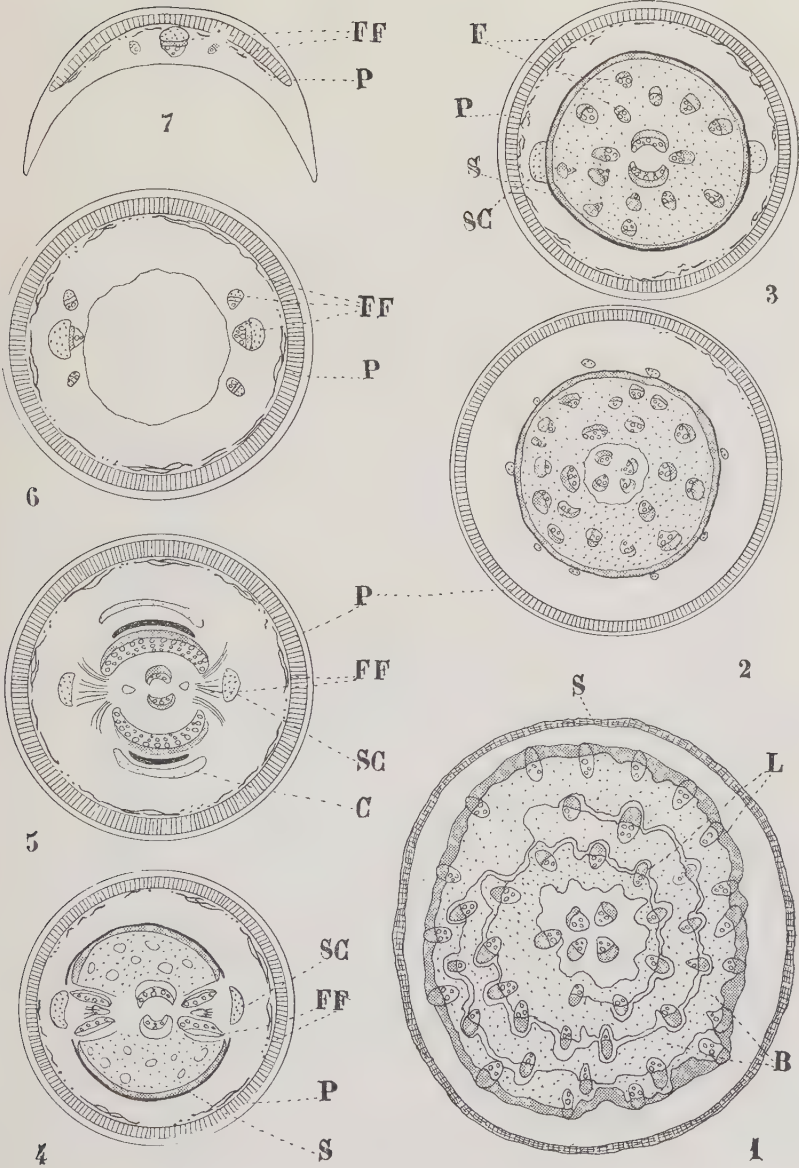
Style court, légèrement épaissi, terminé par un stigmate bifide.

Graine horizontale, exalbuminée.

En Afrique du Nord, on trouve parfois aussi une variété *scoparium* Hochreut, que POMEL distinguait comme une véritable espèce, à côté des *Haloxylon tamariscifolium* Bunge et *H. Schmit-tianum* Pomel.

FIG. XXXVI. — *Haloxylon tamariscifolium* Pau.

1. Coupe transversale de la souche : pas de gaine foliaire, nombreux faisceaux surnuméraires disposés en spirale. — 2. Base des tiges, faisceaux surnuméraires nombreux réunis par un parenchyme sclérifié, gaine foliaire peu marquée. — 3. Milieu de la tige molle, au centre d'un entre-nœud. Faisceaux surnuméraires très nombreux. — 4. Partie supérieure de la tige au sommet d'une des gaines foliaires. Le cercle de faisceaux surnuméraires s'est ouvert pour laisser passer latéralement les faisceaux foliaires. Au centre les deux faisceaux de la tige. — 5. Sommet de la tige. Sommet d'une gaine foliaire. Les formations surnuméraires ne sont plus représentées que par deux arcs très étendus. Les faisceaux latéraux se divisent en trois faisceaux se rendant dans la gaine foliaire, celui du centre gagnant la partie libre de la feuille. — 6. Cylindre de la gaine foliaire déjà détachée de la tige; au moment de la formation des deux folioles isolées on remarque les faisceaux foliaires qui passeront dans la partie libre de la feuille. — 7. Partie libre de la feuille avec ses faisceaux libéro-ligneux.



Souche tubérisée

Nous n'avons pas eu en main de racine proprement dite de cette espèce. La souche seule a pu être étudiée. Sa section présente un aspect circulaire (Pl. XXXVI, 1) avec, tout à fait au centre, quatre faisceaux normaux; ceux-ci proviennent vraisemblablement du dédoublement des deux faisceaux primitifs habituellement observés dans les racines de Chénopodiacées.

Ces faisceaux primaires grandissent peu et l'accroissement de cette souche résulte de l'apparition progressive de formations libéro-ligneuses supplémentaires.

En même temps que fonctionne l'assise libéro-ligneuse normale, le péricycle donne naissance à des arcs générateurs surnuméraires. Ceux-ci débutent très près des quatre faisceaux libéro-ligneux primitifs, par la production d'un petit faisceau isolé, puis continuent à donner naissance à des faisceaux sensiblement de même taille. Leur disposition générale présente dans l'ensemble une légère dissymétrie. Cette inégalité donne à l'ensemble de ces formations libéro-ligneuses une apparence nettement spiralée (Pl. XXXVI, fig. 1).

Ces formations libéro-ligneuses péricycliques sont donc constituées par des faisceaux libéro-ligneux, disposés en alternance et plongés dans un parenchyme lignifié (fig. XXXVI et fig. XXXVII).

Dans chacun de ces faisceaux, on constate la présence d'amas de vaisseaux arrondis, à parois peu épaisses, réunis par un parenchyme ligneux lignifié et surmontés par de petits îlots libériens en forme de demi-lune, dans lesquels les tubes criblés sont bien différenciés.

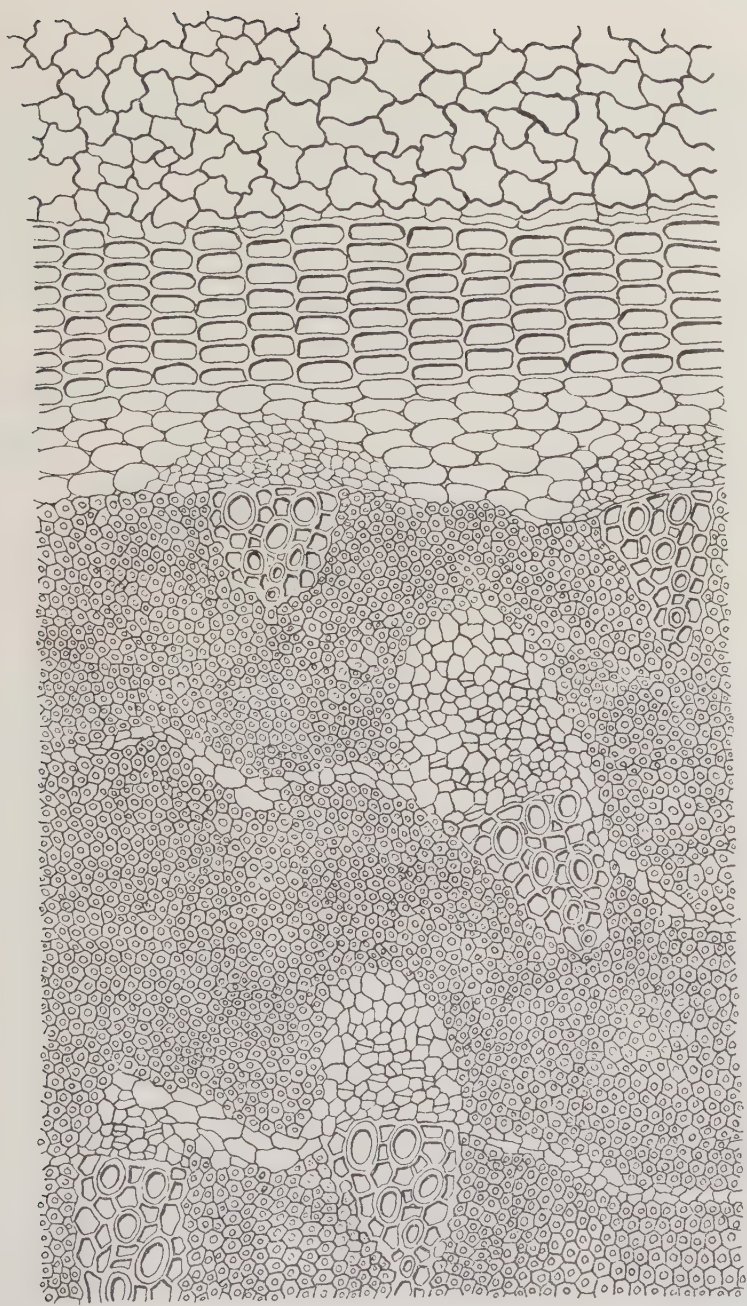


FIG. XXXVII. — Coupe transversale de la partie externe de la souche d'*Haloxylon tamariscifolium* Pau. On voit les faisceaux libéro-ligneux réunis par un parenchyme ligneux lignifié.
(Grossissement : 250 diamètres.)

Tout le parenchyme ligneux lignifié dans lequel sont plongés ces faisceaux est constitué par des fibres étroites, à parois épaisses et à lumen ponctiforme.

Les couches successives de ces formations sont séparées par d'étroites régions parenchymateuses. Le parenchyme ligneux comprend de très nombreuses fibres qui encerclent les îlots libériens (fig. XXXVII).

La région tout à fait externe est limitée par un collenchyme étroit protégé par une région subéreuse assez large.

Oxalate de calcium. — Nous n'avons observé dans cette racine aucune forme cristalline d'oxalate de calcium.

Tige

La tige de l'*Haloxylon tamariscifolium* est constituée par des articles, disposés en chapelet. Dans chacun d'eux, la section montre une tige entourée d'un manchon foliaire, dont la partie libre forme deux dents très courtes.

La partie inférieure de la tige est dure, de couleur brun foncé.

Au centre de la section transversale, on retrouve quatre faisceaux normaux, analogues à ceux de la souche (fig. XXXVI, 2).

Tout autour des faisceaux libéro-ligneux, on voit un parenchyme ligneux lignifié. Mais ici, on ne perçoit plus la disposition spiralee observée dans la souche.

En dehors de cet axe, on distingue de petits îlots formés de trois à quatre cellules scléreuses arrondies, à parois épaisses, au-dessous desquelles existe une zone subéreuse circulaire.

La gaine foliaire est ici peu développée. Elle débute

extérieurement par un épiderme à cellules ovoïdes présentant des stomates qui restent enfoncés nettement au-dessous de la surface épidermique. L'hypoderme est ici assez réduit, collenchymateux, à deux rangées de cellules.

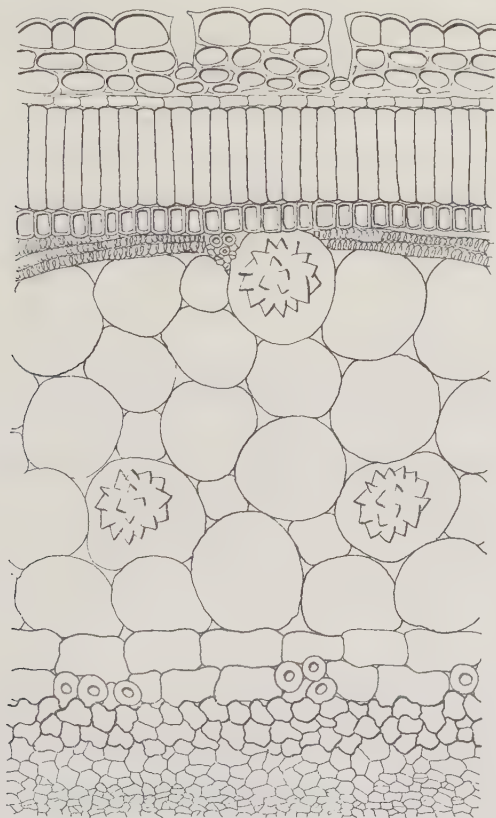


FIG. XXXVIII. — *Haloxylon tamariscifolium* Pau.
Coupe transversale de la base de la tige, où les gaines foliaires
sont peu marquées.
(Grossissement : 250 diamètres.)

Le parenchyme palissadique, formé d'une assise de cellules étroites, recouvre une gaine protectrice à cellules cubiques dont les parois sont épaissies (fig. XXXVIII).

La partie profonde de la gaine s'étendant jusqu'à l'axe libéro-ligneux est formée de cellules arrondies bien développées. Toute cette zone montre de nombreuses traces foliaires et la région située sous la gaine protectrice est fortement vascularisée, les faisceaux se présentant disposés horizontalement ou coupés transversalement (fig. XXXVIII).

L'*oxalate de calcium* est représenté par de grosses macles éparses dans le parenchyme.

Éléments à mucilage. — Tout l'hypoderme est formé de cellules dont les parois se colorent en rouge par l'hématoxyline de DELAFIELD.

Partie moyenne de la tige.

La coupe transversale pratiquée au milieu d'un entrenœud montre encore de nombreux faisceaux surnuméraires, plongés dans un parenchyme ligneux lignifié; mais les quatre faisceaux centraux sont déjà différenciés (Pl. XXXVI, fig. 3). Deux d'entre eux s'élargissent tangentiellement en un arc à concavité interne, tandis que les deux autres, s'éloignant de la partie centrale, représentent les faisceaux foliaires.

Au même niveau, en dehors de l'axe libéro-ligneux, on voit se former les îlots scléreux, en forme de demi-cercles, qui protègent la nervure principale et se continuent jusque dans la partie libre de la feuille (Pl. XXXVI, fig. 7).

Partie terminale de la tige.

Une coupe passant par la portion supérieure de la gaine foliaire montre le début de la dislocation de l'axe ligneux surnuméraire (fig. XXXVI, 4).

Les faisceaux caulinaires conservent le même aspect

que précédemment; par contre, les faisceaux foliaires, déjà morcelés en trois, sortent pour gagner la gaine foliaire; ces trois paquets libéro-ligneux sont protégés par la demi-lune de sclérenchyme qui, plus haut, passera dans la partie libre de la feuille, dont elle protégera le faisceau médian (fig. XXXVI, 5).

Dans la coupe transversale faite au-dessus de la précédente, juste au point où la gaine foliaire donne naissance aux deux petites dents représentant les parties libres de la feuille, on voit que les faisceaux surnuméraires ne sont plus représentés que par deux arcs libéro-ligneux (Pl. XXXVI, fig. 5) allongés tangentiellement et recouvrant les faisceaux caulinaires.

Les faisceaux foliaires se divisent nettement en trois tronçons : ces trois faisceaux deviennent bientôt plus superficiels et arrivent au-dessous de l'assise palissadique (Pl. XXXVI, fig. 6), puis ils viennent presque s'accoler à cette assise dans la partie libre de la feuille (Pl. XXXVI, fig. 7).

Ce sont ces faisceaux qui produiront les nombreuses ramifications qui parcourent la gaine foliaire et y serpentent au-dessous de la zone palissadique (fig. XXXVIII).

Si, au niveau de la figure XXXVI, 5, on considère maintenant les faisceaux caulinaires, on remarque qu'ils sont protégés par un arc assez large de collenchyme, recouvrant une zone subéreuse moins développée (C et S, fig. XXXVI).

Au même niveau, la gaine foliaire comprend, de dehors en dedans (fig. XXXIX) :

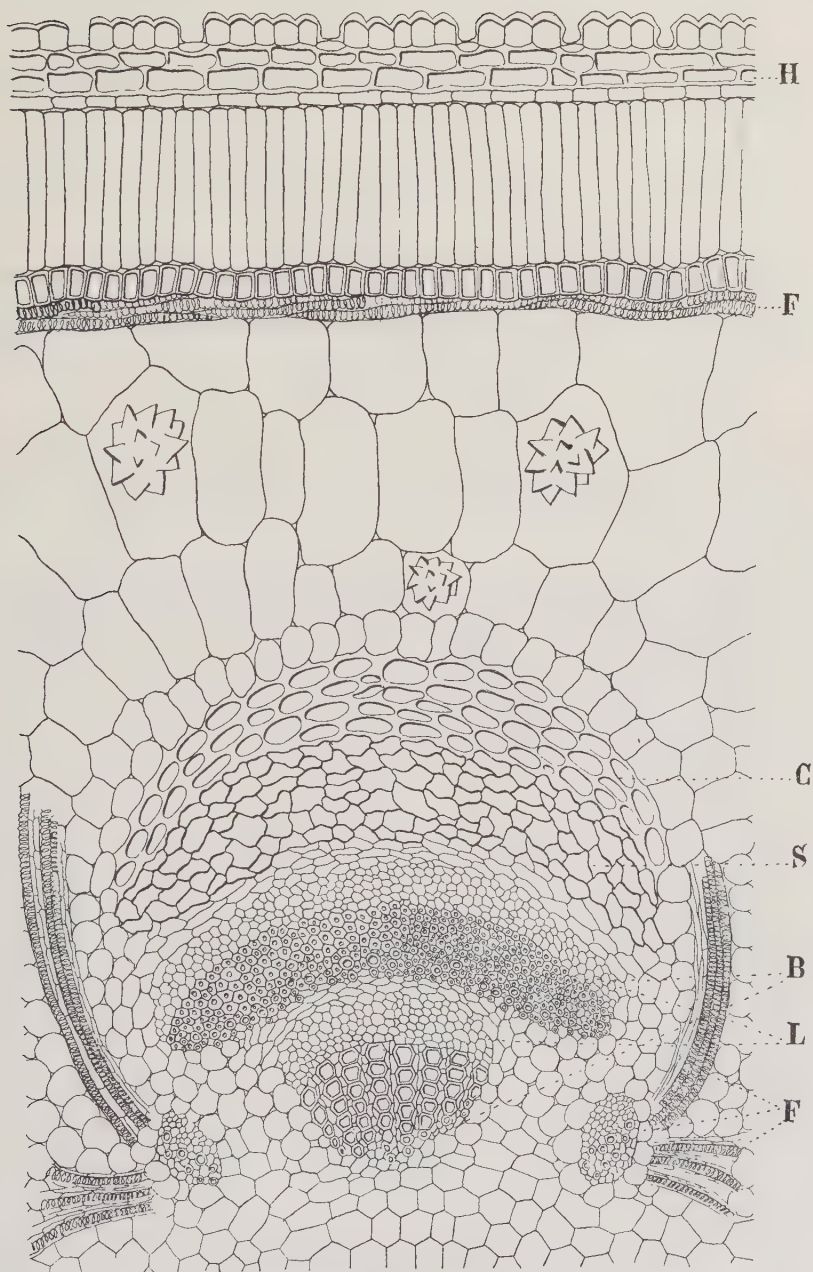
- 1° Un épiderme festonné, où les stomates sont quelque peu enfoncés, sans toutefois descendre au-dessous du plan de la face interne de l'épiderme;

FIG. XXXIX. — *Haloxylon tamariscifolium* Pau.

Section transversale de la gaine foliaire, vers la partie supérieure de la tige, où il n'existe plus qu'une seule bande de bois surnuméraire. La coupe est représentée dans la région des faisceaux caulinares et montre, latéralement, l'origine des faisceaux foliaires ainsi que les rameaux nourriciers de la gaine.

H, hypoderme; C, collenchyme; S, assise subéreuse; L, liber; B, bois; F, faisceaux libéro-ligneux accessoires.

(Grossissement : 250 diamètres.)



- 2° Un hypoderme (H. fig. XXXIX) étroit, comprenant deux rangées de cellules;
- 3° Une assise de cellules étroites, allongées tangentielle-ment et à parois minces;
- 4° Un parenchyme palissadique, formé de cellules étroites et très hautes, plus développées que celles observées dans la partie inférieure de la tige;
- 5° Une gaine protectrice formée de cellules rectangulaires à parois épaisses cellulosiques, recouvrant une région parcourue par des vaisseaux nombreux, disposés parallèlement à cette gaine (fig. XXXIX).

Le parenchyme sous-jacent, moins abondant que dans les coupes précédentes, est formé de grandes cellules polygonales.

Oxalate de calcium. — De grosses macles d'oxalate de calcium se trouvent dispersées dans toute la gaine foliaire.

Éléments à mucilage. — Les cellules de l'hypoderme ont leurs parois mucilagineuses; elles se colorent donc en violet par l'hématoxyline de DELAFIELD.

Partie libre de la feuille

La partie libre de la feuille est très réduite; elle est représentée schématiquement par la figure XXXVI. 7. Sa structure histologique correspond très sensiblement à celle des espèces décrites précédemment.

TROISIÈME PARTIE

ETUDE CHIMIQUE

I. Recherches antérieures

Il existe dans la famille des Chénopodiacées un certain nombre de plantes, telles l'*Anabasis aphylla* L. et l'*Haloxylon tamariscifolium* Pau, que les animaux ne broutent pas.

Dans quelques espèces, on a démontré la présence de dérivés aminés (triméthylamine, leucine, etc.), de bétaine et de saponines; mais, avant 1929, aucun alcaloïde n'avait pu être caractérisé chez les représentants de cette famille.

C'est à cette époque que M. A. ORECHOFF, Directeur de l'Institut de Chimie pharmaceutique, à Moscou, pressentit l'intérêt qui pouvait s'attacher à l'examen d'une Chénopodiacée commune sur certains points des steppes du Turkestan russe, de l'Iran et de la Transcaucasie, l'*Anabasis aphylla* L., qui est d'ailleurs réputée auprès des indigènes comme très vénéneuse et qui a parfois été utilisée, dans la médecine populaire, en applications contre les maladies de peau (1).

(1) G. DRAGENDORFF. — Die Heilpflanzen. Stuttgart, 1898, p. 198.

Les premières recherches de cet auteur (1) lui montrèrent qu'en effet les organes chlorophylliens de cette espèce renferment une proportion élevée d'alcaloïdes (plus de 2 %). M. ORECHOFF a donné au plus abondant de ceux-ci le nom d'*anabesine* et, dans une suite de travaux remarquables, il en a décrit les propriétés physico-chimiques et étudié la constitution.

Au contraire, dans la racine, qui est d'ailleurs relativement volumineuse, il n'existe que 0 gr. 30 % d'alcaloïdes totaux (2) (3).

Ce sont des bases volatiles qui, lorsqu'on les distille dans le vide, peuvent être séparées en deux fractions : l'une représentant 85 % du mélange, passe entre 130 et 140° (sous pression réduite) ; l'autre vers 200° seulement.

L'extraction (4) a porté sur 14 kilos de plantes, au moyen d'alcool à 95° additionné de 2 % d'ammoniaque ; après élimination de la majeure partie de l'alcool, le liquide restant a été traité par de l'acide chlorhydrique à 10 %, puis sursaturé par la soude ; le mélange des bases, agité avec de l'éther, a donné une huile colorée et visqueuse ; après dessiccation sur du carbonate de potassium et évaporation de l'éther, le rendement en bases brutes fut de 2.33 %. Sous 12 mm. de pression, la première portion, renfermant l'anabesine, distille entre 136 et 138°5.

Après avoir soumis la première portion à la benzoyla-

(1) A. ORECHOFF. — Sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla*. *C. R. Ac. Sc.*, nov. 1929, **189**, p. 945.

(2) A. P. ORECHOFF et G. P. MENSCHIKOFF. — Recherches sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla*. *Bull. Instit. chim. pharm. russe*, 1931, N° 1, pp. 1-7.

(3) Dans l'espèce voisine *Anabasis salsa*, qui habite également une partie du Turkestan, il n'a pas été trouvé d'alcaloïde. (Communication personnelle de M. ORECHOFF.)

(4) A. ORECHOFF et G. MENSCHIKOFF. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla* L. (I. Mitt.). *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, **64**, pp. 266-271.

tion et à la nitrosation, il reste une amine tertiaire, cristallisable, fusible à 68-69° et dont la formule, qui contient un groupe hydroxyle, correspond à $C^{10}H^{18}N.OH$. D'après ses principales constantes (point de fusion, point d'ébullition, pouvoir rotatoire, point de fusion du chlorhydrate), cette substance est identique à la *lupinine*, extraite pour la première fois des graines du *Lupinus albus* L. par CASSOLA, en 1834 (1), étudiée cinquante ans plus tard par BAUMERT (2), puis, en 1902, par WILLSTÄTTER et FOURNEAU (3).

Enfin, il y a quelques années, KARRER et ses collaborateurs (4) ont proposé une formule de constitution pour cet alcaloïde, qui a encore donné lieu à des études de la part de SCHÖPF, SCHMIDT et BRAUN (5) (6), WINTERFELD et HOLSCHNEIDER (7) (8), etc.

Le deuxième composant est un alcaloïde liquide d'aspect huileux, entraînable par la vapeur d'eau, qui possède une fonction amine secondaire et un noyau cyclique. C'est une base énergétique, distillant sans décomposition et déviant à gauche la lumière polarisée. Elle donne une combinaison

(1) CASSOLA. — Sur la lupinine. *Journ. de Chimie médic.*, nov. 1834, 10, pp. 688-689.

(2) Georg BAUMERT. — Zur Kenntnis der Lupinenalkaloide. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1881, 14, pp. 1150-1153; pp. 1321-1323; pp. 1880-1882; pp. 1882-1884.

(3) R. WILLSTÄTTER et E. FOURNEAU. — Zur Kenntnis des Lupinins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1902, 35, pp. 1910-1923. *Archiv der Pharm.*, 1902, 240, pp. 335-344.

(4) P. KARRER, F. CANAL, K. ZÖHNER et ROSE WIDMER. — Ueber Lupinin. *Helv. chim. Acta*, 1928, 11, pp. 1062-1084.

(5) Clemens SCHÖPF. — Ueber die Alkaloide der Lupinen. *Ann. der Chemie*, 1928, 465, pp. 97-116.

(6) K. WINTERFELD et F. W. HOLSCHNEIDER. — Ueber die Konstitution des Lupinins. (I. Mitteil.). *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, 64, pp. 137-150.

(7) Cl. SCHÖPF, ERICH SCHMIDT et W. BRAUN. — Zur Kenntnis des Lupinins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, 64, pp. 683-691.

(8) K. WINTERFELD. — Erwiderung auf die Veröffentlichung.... *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, 64, pp. 692-693.

benzoylée bien cristallisée et un dérivé nitrosé huileux. Sa formule brute correspond à $C^{10}H^{11}N^2$, ce qui en fait un isomère de la nicotine et de la nicotimine, mais, d'après l'ensemble de ses propriétés, on doit admettre que c'est un corps nouveau, auquel M. ORECHOFF a donné le nom d'*anabesine*.

Propriétés de l'Anabesine (d'après M. ORECHOFF). — L'anabesine correspond à la formule brute $C^{10}H^{11}N^2$. C'est un liquide huileux, facilement soluble dans l'eau et dans l'éther, bouillant à 276° sous la pression normale (760 mm.); à $104-105^{\circ}$, sous une pression de 2 mm., et distillant vers 136° sous 12 mm. de pression. Sa densité à -20° est de 1.0455, son indice de réfraction à la même température $n_D = 1.543$. Elle est lévogyre, et son pouvoir rotatoire a été trouvé égal à $\alpha_D^{20} = -82^{\circ}2$.

Elle donne un dérivé benzoylé cristallisé, soluble dans l'éther, fusible à $82-83^{\circ}$, bouillant à 222° , lévogyre, $\alpha_D = -127^{\circ}23$ (sans indication de concentration, ni de solvant).

Le picrate d'anabesine cristallise sous forme de lamelles et fond à $200-205^{\circ}$, le picrolonate à $235-237^{\circ}$.

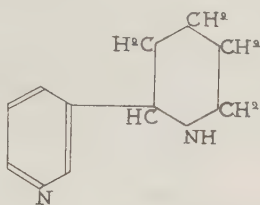
Le dérivé nitrosé est un liquide huileux, de densité à $20^{\circ} = 1.1777$, d'indice de réfraction à la même température $n_D = 1.5698$, de pouvoir rotatoire $\alpha_D^{20} = -155^{\circ}$. Il bout à 176° sous 4 mm. de pression.

En soumettant l'anabesine à une oxydation permanganique énergique, on obtient de l'acide β -pyridine-carbonique, ou acide nicotinique, $C^5H^5N.CO^2H$.

En déshydrogénéant le même alcaloïde, par ébullition en présence de poudre de zinc, il y a perte de 6 atomes d'hydrogène et on obtient le corps $C^{10}H^8N^2$ qui est l' α - β -dipyridyle, bouillant à $135-137^{\circ}$ sous 4 millimètres de

pression et pouvant donner un picrate cristallisé, fusible à 151-152°.

D'après ces constatations, l'anabasine peut être considérée comme l' α -pipéridyl- β' -pyridine :



Cet α - β' -dipyrindyle préparé à partir de l'anabasine naturelle a été reconnu identique, par MM. ORECHOFF et MENSCHIKOFF (1), avec l' α - β' -dipyrindyle préparé par voie chimique à partir de la phénanthroline.

M. ORECHOFF en conclut que l'anabasine doit posséder une chaîne pipéridique et posséder une structure voisine de celle de la *nicotimine*, $C^{10}H^{14}N^2$ (P. Eb. 250-255°), décrite en 1901 par A. PICTET et A. ROTSCHY (2).

Cette formule de constitution a été confirmée en 1934 par WENUSCH et SCHÖLLER (3), dont les conclusions s'accordent, dans l'ensemble, avec celles du Prof^r ORECHOFF (4).

Bientôt, des propriétés insecticides énergiques ayant été reconnues à l'anabasine, celle-ci fut préparée en grand par

(1) A. ORECHOFF et G. MENSCHIKOFF. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (II. Mitt.): Zur Konstitution des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, **65**, pp. 232-234.

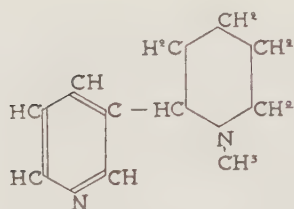
(2) A. PICTET et A. ROTSCHY. — Sur trois nouveaux alcaloïdes du tabac. *C. R. Ac. Sc.*, 1901, **132**, pp. 971-972.

(3) Ad. WENUSCH et R. SCHÖLLER. — Beitrag zur Kenntnis der Konstitution des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1344-1345. 1345.

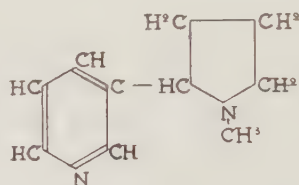
(4) A. ORECHOFF. — Ueber die Konstitution des Anabasins. Bemerkungen zu der Mitteilung von A. WENUSCH und R. SCHÖLLER: Beitrag zur Kenntnis der Konstitution des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, p. 1606.

l'usine chimique de Tschimkent (Kasakstan) et vendue à l'état de solution des sulfates bruts des alcaloïdes totaux.

En Amérique, SMITH (1) prépara, en oxydant à 90° la pyridine préalablement traitée par le sodium, divers composés parmi lesquels un alcaloïde qu'il désigna du nom de *néonicotine* (2) et compara la formule de la méthylnéonicotine, $C^{11}H^{16}N^2$, à celle de la nicotine elle-même, $C^{10}H^{14}N^2$, qui en diffère par un CH^2 en moins :



Méthylnéonicotine



Nicotine

Il voulut ensuite (3) identifier la néonicotine à l'anabesine, tandis que les auteurs russes (4) faisaient observer que la méthyl-anabesine (ou méthyl-néonicotine) n'existe pas dans la plante.

Il est d'ailleurs à remarquer qu'après avoir chauffé à 200° le sulfate de l'anabesine gauche, on peut obtenir

(1) C. R. SMITH. — Skraup's Reaction applied to the Phenylenediamines. Preparation of the Phenanthrolines and related Dipyrindyls. *J. of amer. chem. Soc.*, 1930, **52**, pp. 397-403.

(2) C. R. SMITH. — Neonicotine and isomeric Pyridylpiperidines. *J. of amer. chem. Soc.*, 1931, **53**, pp. 277-283.

(3) C. R. SMITH. — Identity of Neonicotine and the Alkaloid Anabesine. *J. of amer. chem. Soc.*, 1932, **54**, pp. 397-399.

(4) A. ORECHOFF et S. NORKINA. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (IV. Mitt.): Ueber N-Alkyl Derivate des Anabasins, sowie über das angebliche Vorkommen von Methyl-Anabasin in *Anabasis aphylla*. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, **65**, pp. 724-729.

l'anabesine racémique qui est, comme l'isomère gauche, un liquide visqueux (1).

Par des traitements appropriés, il a été possible au Prof^r ORECHOFF et à ses collaborateurs d'obtenir divers produits d'oxydation et d'hydrogénation de l'anabesine (2).

Les propriétés et les constantes physiques de l'anabesine soigneusement purifiée ont, plus récemment, été précisées par O. A. NELSON (3). L'anabesine pure se solidifie par refroidissement et peut cristalliser si on la maintient pendant toute une nuit à la température de l'anhydride carbonique liquéfié. Elle est miscible dans l'eau en toutes proportions. Le poids spécifique à 20° est $D_{20}^{20} = 1,0481$; l'indice de réfraction $n_D^{20} = 1,5443$; le pouvoir rotatoire $\alpha_D = -59^{\circ}66$. La tension de vapeur à diverses températures a été précisée; sous 760 mm. de pression, l'anabesine bout à 280°9.

Enfin, signalons qu'en 1931, l'anabesine semble avoir été retrouvée dans le Tabac par EHRENSTEIN (4), mais cet auteur ne la désigne pas sous ce nom.

Avec plus de précision, SMITH a montré (5) que cette substance est l'alcaloïde principal des feuilles et de la racine du *Nicotiana glauca* R. Grah. poussant en Californie.

(1) A. ORECHOFF et S. NORKINA. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla* L. (V. Mitt.): Ueber die N-Amino-anabasin und über racemisches Anabasin. *Ber. d. d. chem. Ges.*, juillet 1932, **65**, pp. 1126-1130.

(2) G. MENSCHIKOFF, M. LOSSIK et A. ORECHOFF. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (VIII. Mitt.). Ueber einige Oxydationsprodukte des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1157-1158.

(3) A. ORECHOFF et D. BRODSKY. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (VI.). Ueber die Hydrierung des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1933, **66**, pp. 466-468.

(4) O. A. NELSON. — Some physical Constants of Anabesine. *J. of amer. chem. Soc.*, 1934, **56**, pp. 1989-1990.

(5) Maximilian EHRENSTEIN. — Zur Kenntnis der Alkaloide des Tabaks. *Archiv der Pharm.*, 1931, **269**, p. 628.

(6) C. R. SMITH. — Occurrence of Anabesine in *Nicotiana glauca* R. Grah. (Solanaceæ.) *J. of amer. chem. Soc.*, 1935, **57**, pp. 959-960.

Alcaloïdes accessoires de l'*A. aphylla* L.

Après distillation de l'anabasine et de la lupinine, le mélange alcaloïdique retiré de l'*Anabasis aphylla* contient encore trois alcaloïdes particuliers :

1° Le plus abondant de ceux-ci a reçu de MM. ORECHOFF et MENSCHIKOFF (1) le nom d'*aphylline*. C'est un corps cristallisable, fusible à 52-53°, de formule $C^{15}H^{24}N^2O$, isomère de la lupanine et de la matrine, distillant à 200° sous 4 mm. de pression et doué d'un pouvoir rotatoire droit $\alpha_D^{20} = +10^{\circ}3$. Il donne un chlorhydrate, un picrolonate et un iodométhylate cristallisés;

2° L'*aphyllidine*, de formule $C^{15}H^{22}N^2O$, donnant dans l'éther de pétrole des cristaux fusibles à 112-113°; elle est dextrogyre $\alpha_D^{20} = +6^{\circ}5$ et a donné également plusieurs dérivés cristallisés (2).

Par hydrogénation catalytique, à froid, on peut passer à l'*aphylline*, décrite ci-dessus, tandis qu'en opérant dans d'autres conditions, on obtient la *pachycarpine*, $C^{15}H^{26}N^2$, nouvel alcaloïde, bouillant à 173-174° sous 8 mm. de pression;

3° Une base de formule $C^{16}H^{26}N^2O^2$ ou $C^{15}H^{24}N^2O^2$, fusible avec décomposition à 137° et obtenue cristallisée à partir de sa solution dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole.

En résumé, la composition chimique de l'*Anabasis aphylla* L. est quelque peu complexe. D'après les travaux

(1) A. ORECHOFF et G. MENSCHIKOFF. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (III. Mitt.). Ueber die hochsiedenden Basen. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, 65, pp. 234-241.

(2) A. ORECHOFF et S. NORKINA. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (X. Mitt.): Ueber die Reduktion des Aphyllidins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1935, 67, pp. 1845-1849.

de M. ORECHOFF et de ses collaborateurs, cette plante renferme dans ses parties aériennes cinq alcaloïdes, dont un liquide, l'anabasine, et quatre cristallisables : la lupinine, l'aphylline, l'aphyllidine et un alcaloïde non dénommé.

La composition de cette espèce étant connue, nous nous sommes proposé de rechercher si celle des *Anabasis* nord-africains et celle de l'*Haloxylon tamariscifolium* étaient identiques ou comparables. Le détail de nos recherches à ce sujet est exposé dans le chapitre suivant.

Pendant même que nous poursuivions nos essais, M. le Prof^r René MAIRE faisait rechercher la présence d'alcaloïdes dans l'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss. et dans l'*Anabasis aphylla* du Maroc; la première de ces deux espèces a été trouvée très pauvre en alcaloïdes et, au Maroc, l'*A. aphylla* est beaucoup moins riche qu'en Russie; il ne peut donc pas s'y prêter à une exploitation industrielle (1).

Récemment, chez deux représentants du même groupe des **Salsoleae**, le *Salsola Richteri* Karel. et le *S. subaphylla* C. A. Mey., MM. ORECHOFF et PROSKURNINA ont trouvé des substances alcaloïdiques (2). La composition du *Salsola subaphylla* n'est pas encore élucidée, mais ces auteurs ont donné à l'alcaloïde principal du *S. Richteri* Karel. le nom de *salsoline*.

C'est un produit cristallisable, incolore, peu soluble dans l'eau ou dans le benzène, soluble dans le chloroforme ou dans l'alcool chaud. fusible à 218-221°. inactif sur la lumière polarisée; il renferme un groupement méthoxyle et un groupement phénolique; sa formule correspond à $C^{11}H^{15}O^2N$.

(1) Communication personnelle de M. le Prof^r R. MAIRE (novembre 1936).

(2) A. ORECHOFF et N. PROSKURNINA. — Ueber die Alkaloide von *Salsola Richteri*. Ber. d. d. chem. Ges., 1933, 66, pp. 841-843.

Dans deux mémoires publiés en 1934, MM. ORECHOFF et PROSKURNINA (1), puis SPÄTH, ORECHOFF et KUFFNER (2) ont montré les relations qui unissent la salsoline aux alcaloïdes des Cactacées, en particulier à la carnégine, la O-N-diméthylsalsoline paraissant identique à cette carnégine.



(1) A. ORECHOFF et N. PROSKURNINA. — Ueber die Alkaloide von *Salsola Richteri*. (II. Mitteil.) Die Konstitution des Salsolins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 878-884.

(2) E. SPÄTH, A. ORECHOFF et F. KUFFNER. — Konstitution und Synthese des Salsolins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1214-1217.

II. Recherches personnelles

A. - Essais préliminaires (Recherche des alcaloïdes)

L'un des principaux buts de cette étude était la recherche, dans les Chénopodiacées nord-africaines mises à notre disposition, d'un alcaloïde peut-être identique à l'anabasine découverte dans l'*Anabasis aphylla* L. par M. ORECHOFF, ou s'apparentant à celle-ci.

L'espèce dont nous possédions la plus grande quantité étant l'*Anabasis aretioides* Moq.-Tand., c'est sur celle-ci que nous avons effectué un certain nombre d'essais préliminaires.

La plante a été pulvérisée au laboratoire, à l'aide d'un broyeur électrique, puis différents essais ont porté sur des échantillons de 50 grammes de poudre.

1. La poudre a été traitée par une quantité suffisante de soude à 10 % pour obtenir une pâte homogène. Le mélange a été abandonné pendant 24 heures, puis épuisé par le benzène à chaud, dans un appareil à extraction type SOXHLET. La solution benzénique a été ensuite agitée avec de l'acide sulfurique à 5 %.

Cette solution acide ne précipite pas par le réactif de MAYER.

2. Après extraction directe par le benzène à la température de 40° et après lixiviation, la solution benzénique

a été agitée dans une ampoule à décantation avec de l'acide sulfurique à 5 %.

Cette solution ne précipite pas par le réactif de MAYER, ni par l'acide phosphotungstique.

En remplaçant l'acide sulfurique par de l'acide chlorhydrique à 1 %, ou par de l'acide formique à 10 %, ou en remplaçant la soude par du carbonate de potassium, nous n'avons également observé que les résultats négatifs.

3. Par contre, il a été obtenu une réaction légèrement positive en empâtant la poudre avec de la lessive de soude au demi, épuisant par l'éther à plusieurs reprises, puis agitant la liqueur éthérée avec de l'acide sulfurique à 5 %.

Il est à remarquer que les réactifs de DRAGENDORFF et de BOUCHARDAT donnent, dans ce cas, des précipités plus abondants que les réactifs de MAYER et de BERTRAND.

4. Nous avons également utilisé la technique qui avait été adoptée par M. ORECHOFF pour l'extraction de l'anabesine de l'*Anabasis aphylla* : traitement à l'alcool ammoniacal, évaporation de l'alcool, reprise du résidu par l'acide chlorhydrique dilué; alcalinisation par la lessive de soude, épuisement à l'éther, enfin évaporation des liqueurs éthérées.

Les résultats obtenus n'ayant pas été plus satisfaisants, nous avons employé la méthode à l'éther indiquée précédemment (§ 3) et nous l'avons appliquée, en opérant sur de plus grandes quantités, non seulement à l'*Anabasis aretioides*, mais aussi à l'*Anabasis prostrata* et à l'*Haloxylon tamariscifolium*.

B. Extraction des alcaloïdes

Anabasis prostrata Pomel. — 3.000 gr. de poudre ont été traités par 1.500 cm³ de lessive de soude à 10 %, le

tout laissé 24 heures en contact, puis épuisé à deux reprises par de l'éther sulfurique. Les liqueurs éthérées réunies ayant été épuisées à leur tour par de l'acide sulfurique à 5 %, on a obtenu 640 gr. de liqueur acide assez fortement colorée en brun.

Anabasis aretioides Moq. et Coss. — 6.800 gr. de poudre ont été empâtés avec 3.400 cm³ de lessive de soude au dixième et, après 24 heures de contact, le mélange a été épuisé deux fois par de l'éther; les liqueurs éthérées ont été décantées et agitées avec un excès d'acide sulfurique à 5 %; la liqueur acide a été chauffée au bain-marie pour chasser l'éther et enfin filtrée.

Nous avons ainsi obtenu 830 gr. de liqueur acide légèrement colorée en jaune.

Haloxylon tamariscifolium Pau. — 7.000 gr. de poudre ont été empâtés avec 3.500 cm³ de lessive de soude à 10 % et, après 24 heures, le mélange épuisé à deux reprises avec de l'éther. Les liqueurs éthérées ont été agitées avec de l'acide sulfurique à 5 %. Ce dernier a été séparé par décantation, ensuite chauffé au bain-marie, afin de chasser l'éther, puis filtré. On a ainsi obtenu 975 gr. de liqueur acide fortement colorée en brun rougeâtre.

C. Teneur en principes alcaloïdiques

Cette teneur a été déterminée selon la technique employée par M. ORECHOFF pour l'*Anabasis aphylla*, c'est-à-dire par alcalinisation des solutions acides par la soude, et extraction à plusieurs reprises par l'éther (nous avons arrêté les épuisements par l'éther lorsque ce solvant n'était plus coloré, ce qui a demandé quatre à six épuisements).

Voici les rendements obtenus (par pesée du résidu

éthéré, moyenne de trois résultats), le résidu étant constitué par une huile brunâtre à odeur spéciale, quelquefois accompagnée de cristaux :

<i>Anabasis prostrata</i>	0,40 p. 1.000.
<i>Anabasis aretioides</i>	environ 0,10 p. 1.000.
<i>Haloxylon tamariscifolium</i> . .	22 p. 1.000.

Dans le cas de l'*Haloxylon tamariscifolium*, si, après le traitement par l'éther, on effectue un traitement analogue avec du chloroforme, ce dernier se colore en brun rouge et enlève encore 2 à 3 p. 1.000 de substances alcaloïdiques, ce qui semblerait indiquer que certaines d'entre elles sont plus solubles dans ce solvant que dans l'éther.

D. Etude spéciale des alcaloïdes de l'*Haloxylon tamariscifolium*.

En raison de l'abondance des principes alcaloïdiques contenus dans l'*Haloxylon tamariscifolium*, nous avons pu nous livrer à une étude chimique plus approfondie de ceux-ci.

a) Nous avons tout d'abord essayé d'obtenir un chlorhydrate cristallisé, en dissolvant le résidu huileux et brunâtre dans l'acide chlorhydrique, en le purifiant par plusieurs passages dans l'éther, finalement en évaporant la solution chlorhydrique au bain-marie bouillant, mais le produit obtenu était toujours grisâtre, hygroscopique et ne présentait pas un point de fusion net (aux environs de 125-130°).

Nous avons donc eu recours à une méthode analogue à celle indiquée par M. ORECHOFF à propos des alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla*.

b) Le liquide huileux, obtenu après évaporation des liqueurs éthérées, fut distillé sous pression réduite (20 mm. de mercure), en recueillant ce qui passait entre 185 et 200°. On obtint ainsi une huile jaunâtre devenant visqueuse par refroidissement, se colorant en brun clair au contact de l'air, à odeur particulière (rappelant celle du tabac).

Cette huile jaunâtre est soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'éther de pétrole; elle est fortement alcaline; la solution diluée au centième précipite abondamment par les réactifs généraux des alcaloïdes (BOUCHARDAT, DRAGENDORFF, BERTRAND, MAYER).

Mais ce liquide huileux ne correspond pas à un corps pur : le pouvoir rotatoire, déterminé en solution aqueuse ou alcoolique, varie, suivant les échantillons examinés, entre -23° et $+27^{\circ}$.

Au bout de quelques jours apparaissent dans le liquide des cristaux assez volumineux. D'ailleurs l'huile jaunâtre donne une solution trouble avec l'eau distillée et, après quelques instants, il se dépose de fins cristaux, tandis que la solution surnageante devient limpide.

Le picrate, obtenu par addition d'acide picrique à une solution alcoolique de la base et soumis à deux cristallisations successives dans l'eau, fond à 200-202°.

La picrolonate fond à 232° (point de fusion instantanée).

Par addition de nitrite de sodium et d'acide chlorhydrique, on peut obtenir un dérivé nitrosé, sous forme d'une huile brunâtre se déposant dans la liqueur aqueuse et soluble dans l'éther.

De même, par action du chlorure de benzoyle, on peut séparer un dérivé benzoylé (P. F. = 96°).

Ces deux dernières réactions permettent de supposer l'existence d'une fonction amine secondaire.

c) Dans le but d'obtenir un produit plus pur et de le séparer des amines tertiaires, nous avons tenté de préparer le dérivé nitrosé de l'amine secondaire et dissous celui-ci dans l'éther, en vue d'éliminer les impuretés, qui restent dans la solution aqueuse. Après évaporation de l'éther, on décompose le dérivé nitrosé par l'acide chlorhydrique, on alcalinise par la soude et on épuise à l'éther.

L'huile jaunâtre obtenue après évaporation de l'éther est distillée sous pression réduite. Entre 185 et 195°, sous une pression de 30 mm. de mercure, il passe un produit huileux très légèrement jaunâtre, assez visqueux, qui, par refroidissement, laisse déposer une masse cristalline blanchâtre, incomplètement soluble dans l'eau, et très peu soluble dans l'éther.

d) Nous avons également distillé sous pression réduite l'huile brunâtre provenant des épuisements éthéro-chloroformiques de la plante, le mélange d'une partie de chloroforme avec trois parties d'éther ayant été recommandé pour l'extraction de nombreux alcaloïdes. Sous une pression de 30 mm., il a été obtenu, entre 185° et 200°, une huile jaunâtre visqueuse, dans laquelle des cristaux apparaissent par refroidissement.

On peut séparer l'huile des cristaux, soit par l'éther, soit par l'eau, qui dissolvent surtout l'huile, puis rassembler les cristaux par centrifugation. Par contre, ces cristaux se dissolvent assez rapidement dans le chloroforme et l'alcool, ainsi que dans le benzène. Ils fondent au bloc MAQUENNE à 170°; après recristallisation dans le benzène, le point de fusion s'élève à $\pm$ 176°. En solution alcoolique à 1 %, cette substance est dénuée de pouvoir rotatoire. Dissoute dans l'acide chlorhydrique, elle donne un chlorhydrate bien cristallisé. La substance alcaloïdique recrystal-

lisée dans le benzène, puis convenablement séchée, a été soumise à une microcombustion.

Poids de substance = 4 mgr. 225.

CO^2 = 10 mgr. 690 H^2O = 3 mgr. 090.

Poids de substance = 5 mgr. 250.

N, à 710 mm. et 23° = 0 cm^3 3215.

C % = 68,81 H % = 8,12 N % = 6,40.

O (par différence) = 16,67.

Formule proposée : $\text{C}^{11}\text{H}^{16}\text{O}^2\text{N}$, pour laquelle la théorie exige :
C % = 68 H % = 8,24 N % = 7,21.

Cette formule est voisine de la formule $\text{C}^{11}\text{H}^{15}\text{O}^2\text{N}$, récemment déterminée pour la salsoline (voir page 101), avec laquelle la substance examinée possède bien des points communs : fonction amine secondaire, solubilité dans la soude, solubilité dans le chloroforme, insolubilité dans l'éther, absence de pouvoir rotatoire.

e) Les liqueurs éthérées résultant du premier traitement ont été évaporées et ont laissé une huile jaunâtre dextrogyre : celle-ci semble identique à la substance huileuse décrite aux paragraphes *b* et *c*.

Nous avons comparé ce produit, soit à de l'anabesine authentique, gracieusement mise à notre disposition par M. RAYMOND-HAMET, soit à de l'anabesine extraite par nous-même à partir d'une solution provenant des Etats-Unis et titrant 40 %, en sulfates, des alcaloïdes totaux de l'*Anabasis aphylla*.

Le picrate et le picrolonate d'anabesine fondent respectivement à $212-214^\circ$ et $235-237^\circ$. Les mêmes dérivés obtenus avec l'alcaloïde liquide de l'*Haloxylon tamariscifolium* fondent à $200-202^\circ$ et à $232-233^\circ$. Un mélange du picrate de l'alcaloïde de l'*Haloxylon* avec du picrate d'anabesine fond à $190-191^\circ$.

D'autre part, alors que l'anabasine naturelle est franchement lévogyre, le produit huileux alcaloïdique que nous venons de décrire est dextrogyre.

Une microcombustion de cette substance nous a fourni les résultats suivants :

Poids de substance = 3 mgr. 760.

CO_2 = 8 mgr. 755 H_2O = 2 mgr. 995.

Poids de substance = 4 mgr. 305.

N à 708 mm. et 22° = 0 cm³ 2675.

C % 63,50 H % 8,85 N % 6,53.

O (par différence) = 21,12.

Calculé pour $\text{C}^{10}\text{H}^{18}\text{O}^2\text{N}$:

C % 65,21 H % 9,78 N % 7,60.

O = 17,38.

La formule que l'on peut le mieux déduire de ces nombres serait $\text{C}^{10}\text{H}^{18}\text{O}^2\text{N}$, en faisant toutefois quelques réserves, car la substance liquide analysée était vraisemblablement encore impure.

Enfin, nous avons pu constater qu'il existait encore une quantité notable de substances alcaloïdiques dans la portion résiduelle n'ayant pas distillé à la température de 200° sous pression réduite.

*
* *

En résumé, nous avons pu isoler, par distillation sous une pression de 20 à 30 millimètres, des liqueurs éthéro-chloroformiques provenant du traitement de l'*Haloxylon tamariscifolium*, deux substances alcaloïdiques, l'une solide, insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'éther, soluble dans le chloroforme et le benzène, fondant à 176° , inactive sur la lumière polarisée; l'autre liquide, visqueuse, jaunâtre, brunissant à l'air, à odeur de tabac, soluble dans l'eau et l'éther, dextrogyre.

Ces deux alcaloïdes de l'*Haloxylon tamariscifolium* semblent différents de ceux de l'*Anabasis aphylla*; l'alcaloïde solide paraît plutôt se rapprocher de la salsoline, récemment isolée du *Salsola Richteri* Karel., tandis que le produit alcaloïdique liquide diffère de l'anabasine par la présence d'oxygène dans la molécule et par le sens de son pouvoir rotatoire.

Nous n'avons pas eu, malheureusement, une quantité de plante suffisante pour compléter ces recherches, que nous espérons pouvoir poursuivre lorsque nous aurons reçu la matière première nécessaire.

Cependant, dès à présent, il nous semble utile de souligner que l'*Haloxylon tamariscifolium* d'Algérie est, après l'*Anabasis aphylla* du Turkestan, la seule Chénopodiacee dans laquelle on a pu caractériser une proportion aussi élevée d'alcaloïdes totaux.

Il résulte également de nos recherches que les parties aériennes de l'*Anabasis prostrata* Pomel et, dans une proportion moindre, celles de l'*Anabasis aretioides* Moq. et Coss., contiennent aussi des composants qui donnent les réactions générales des alcaloïdes.



QUATRIÈME PARTIE

ETUDE

PHARMACODYNAMIQUE

A) Pharmacologie de l'Anabasine

Depuis longtemps, le Tabac est employé comme insecticide; dans les manufactures de l'Etat, on se sert des résidus de la fabrication industrielle pour préparer des solutions de nicotine brute, utilisées par exemple pour laver la toison des moutons ou pour faire prendre des bains aux divers animaux domestiques.

La constitution de la nicotine, $C^{10}H^{11}N^2$, est connue depuis les travaux de PINNER (1) et ceux de PICTET et CRÉPIEUX (2); elle a été confirmée par la synthèse qui en

(1) A. PINNER. — Ueber Nicotin. (IV. Mitth.) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1892, **25**, pp. 2807-2821. — Ueber Nicotin. Die Constitution des Alkaloids. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1893, **26**, pp. 292-305. — Ueber Nicotin. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1893, **26**, pp. 765-771.

(2) A. PICTET et P. CRÉPIEUX. — Ueber Phenyl- und Pyridylpyrrole und die Constitution des Nicotins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1895, **28**, pp. 1904-1912.

A. PICTET et P. CRÉPIEUX. — Ueber die Hydrirung des Nicotyrins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1898, **31**, pp. 2018-2022.

Amé PICTET. — Ueber die Reduction des Nicotyrins zu inactivem Nicotin. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1900, **33**, pp. 2355-2356.

a été faite par PICTET et ROTSCHY (1). C'est l' α -pyridyl-méthylpyrrolidine.

Depuis plus de dix ans, SMITH, en Amérique, s'est attaché à la préparation de dérivés à noyau pyridinique, dont il a expérimenté le pouvoir insecticide, en général peu marqué (2).

Or, parmi les composés synthétiques décrits par SMITH, un isomère de la nicotine, qui est exactement une β -pyridyl-pipéridine, s'est montré remarquable à la fois par sa parenté chimique avec la nicotine et sa haute toxicité vis-à-vis des Aphidiens et autres Insectes.

Pour cette raison, elle a reçu le nom de néonicotine (3).

Bientôt, poursuivant ses études, SMITH (4) s'aperçut que la néonicotine était le composé racémique correspondant à l'anabasine naturelle dextrogyre, extraite pour la première fois, par ORECHOFF, en 1929, de l'*Anabasis aphylla* L., et dont les propriétés insecticides avaient été reconnues par les auteurs russes, au point que la fabrique de produits chimiques de Tschimkent, au Turkestan, s'était adonnée à la fabrication en grand d'une solution (5) renfermant, dans la forte proportion de 40 à 44 %, les sulfates des alcaloïdes totaux de la plante, et utilisée pour la destruction des Insectes.

Cette solution fut expérimentée aux Etats-Unis où, en

(1) A. PICTET et A. ROTSCHY. — Synthese des Nicotins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1904, 37, pp. 1225-1235.

(2) C. R. SMITH. — Dipyrityls from Pyridine. *Journ. of amer. chem. Soc.*, 1934, 46, pp. 414-419.

(3) C. R. SMITH. — Neonicotine and isomeric Pyridylpiperidines. *Journ. of amer. chem. Soc.*, 1931, 53, pp. 277-283.

(4) C. R. SMITH. — Identity of Neonicotine and the Alkaloid Anabasin. *Journ. of amer. chem. Soc.*, 1932, 54, pp. 397-399.

(5) A. ORECHOFF et S. NORKINA. — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (IV. Mitt.) : Ueber N-Alkyl Derivate des Anabasins, sowie über das angebliche Vorkommen von Methyl-anabasin in *Anabasis aphylla*. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, 65, pp. 724-729.

1933, CRAIG et RICHARDSON (1) trouvèrent que l'anabasine et son dérivé méthylé à l'azote possèdent, vis-à-vis des animaux (guêpes, poissons rouges, etc.), une toxicité voisine de celle de la nicotine, mais cependant un peu moins prononcée.

Peu après, GERSDORFF (2) d'une part, CAMPBELL, SULLIVAN et SMITH (3) d'autre part, aboutirent à des conclusions identiques, en opérant sur des larves de moustiques, ou même sur des poissons.

L'emploi de l'anabasine comme insecticide fut également étudié en 1934 par BOGDANOFF (4), puis en 1935 par GINSBURG, SCHMITT et GRANETT (5).

Etant donné l'activité physiologique marquée de l'*Anabasis aphylla* et en particulier de son alcaloïde principal, l'anabasine, il était intéressant d'étudier au point de vue pharmacologique les substances alcaloïdiques des *Anabasis* de l'Afrique du Nord ainsi que de l'*Haloxylon tamariscifolium*, et de voir si ces substances étaient douées, elles aussi, de propriétés caractérisées.

Avant d'exposer les résultats obtenus avec ces espèces africaines, nous rappellerons brièvement les études pharmacologiques précédemment effectuées sur l'*Anabasis aphylla* et sur l'anabasine.

(1) L. C. CRAIG et C. H. RICHARDSON. — Insekticide Wirkung von heterocyclischen Stickstoffverbindungen. *Iowa State College J. Sc.*, 1933, 7, pp. 477-485, par : *Chem. Zentralbl.*, 1933 (II), p. 2445.

(2) W. A. GERSDORFF. — A comparison of the toxicity of Nicotine and Anabasine. *Journ. of amer. chem. Soc.*, 1933, 55, pp. 2941-2945.

(3) F. L. CAMPBELL, W. N. SULLIVAN et C. R. SMITH. — *J. of economic Entomol.*, avril 1933, 26, pp. 500-508, par : *Chem. Zentralbl.*, 1933 (II), 1, p. 113.

(4) BOGDANOFF-KAT'KOV. — Anabasine and its application. *Rev. of applied Entomol.*, 1933, 21, pp. 579-580, par : *Rev. de Botan. appl.*, févr. 1934, 14, n° 150, p. 172.

(5) J. M. GINSBURG, J. B. SCHMITT et Ph. GRANETT. — Comparative Toxicity of Anabasine and Nicotine Sulphates to Insects. *Journ. of agric. Research*, 15 août 1933, 51, n° 2, pp. 349-354.

Comme nous l'avons dit, les propriétés de l'*Anabasis aphylla* sont bien connues et les aborigènes des bords de la mer Caspienne ont, depuis longtemps, remarqué que jamais leur bétail ne broute cette herbe, malgré la pauvreté du pays en plantes fourragères; mais, si l'on excepte le travail de SMITH (1), en 1931, sur l'action insecticide de la néonicotine (isomère optique racémique obtenue par synthèse de l'anabasine lévogyre et retrouvée par EHRENSTEIN (2) dans les feuilles de tabac), les premières recherches pharmacologiques sur l'anabasine furent effectuées en 1933 par SARGUINE (3) en U. R. S. S. et par HAAG en Amérique.

SARGUINE montra que, parmi les alcaloïdes (anabasine, aphylline, aphyllidine) isolés de l'*Anabasis aphylla*, c'était l'anabasine ou α -pipéridyl- β -pyridine qui présentait le plus grand intérêt. En effet, les premiers essais, effectués en 1933 par cet auteur, montrèrent de nombreux points de ressemblance entre l'action de l'anabasine et celle de la nicotine; cela est assez normal si l'on se rappelle que l'anabasine est un isomère de la nicotine, ne différant de cette dernière que par le remplacement d'une fonction amine tertiaire de celle-ci par une fonction amine secondaire (dans l'anabasine).

Chez la grenouille, une injection sous-cutanée de 0 mgr. 025 par gramme amène des contractions toniques des extrémités, avec arrêt passager de la respiration. Avec une dose de 0 mgr. 075, on obtient un état de mort apparente, mais les contractions cardiaques persistent et, en

(1) C. R. SMITH. — Neonicotine and isomeric Pyridylpiperidines, *Journ. of amer. chem. Soc.*, 1931, **53**, pp. 277-283.

(2) M. EHRENSTEIN. — Zur Kenntnis der Alkaloide des Tabaks. *Archiv der Pharm.*, 1931, **269**, p. 627.

(3) K. D. SARGUINE. — Etude pharmacologique de l'anabasine. *Revue de Pharmacol. et de Thérap. expér.*, 1934, **3**, pp. 32-37.

moins de 24 heures, l'animal revient à la vie normale.

Pour le cobaye, la dose mortelle en 1 heure est de 0 gr. 01 par kilogramme, tandis que chez le lapin, par voie intraveineuse, elle est de 1 à 2 milligrammes. On observe généralement, en premier, une faible hypotension, puis une forte hypertension. Des résultats analogues ont été obtenus chez le chat, où une dose de 1 milligramme, par voie veineuse, produit une énorme hypertension précédant la mort. Ces modifications de la tension artérielle persistent après la section des vagues.

L'anabesine, à la dose de 0,2 p. 1.000, n'a aucune action sensible sur l'utérus de cobaye vierge; par contre, elle provoque une contraction de l'intestin isolé du lapin.

A peu près à la même époque (mai 1933) que SARGUINE, HAAG (1) étudiait également l'action pharmacologique de l'anabesine et arrivait à des conclusions analogues : chez le lapin et le cobaye, l'anabesine est plus toxique que la nicotine; chez le chien, les effets sur la pression et sur la respiration sont de même sens que dans le cas de ce dernier alcaloïde, mais ils sont moins accentués.

D'ailleurs, par la suite, de nombreux mémoires ne firent que confirmer ces analogies d'action entre l'anabesine et la nicotine.

En 1935, ANITCHKOV (2) montra, en particulier, que l'anabesine agissait sur les glandes surrénales et provoquait une sécrétion d'adrénaline.

Sur la respiration, l'anabesine exerce également une action voisine de celle de la nicotine : il y a d'abord excitation, puis à forte dose, paralysie du centre respiratoire;

(1) H. B. HAAG. — A contribution to the Pharmacology of Anabesine. *Journ. of Pharmacol. and exper. Therapeutics*, 1933, **48**, pp. 95-104.

(2) S. V. ANITCHKOV. — L'anabesine, poison ganglionnaire. *Arch. internat. de Pharmacod. et de Thérapie*, 1935, **51**, pp. 367-380.

la stimulation de la respiration est d'ailleurs d'origine sino-carotidienne.

Enfin tout récemment, en 1936, LEONTIEV (1) a montré l'innocuité des solutions aqueuses d'anabasine combinée à des matières protéiques (lait, soja, etc.).

Mais, ce qui a le plus retenu l'attention des pharmalogues, c'est l'action insecticide de l'anabasine, et SMITH, dès 1931, avait montré l'action toxique pour les Insectes du composé racémique, ou néonicotine. D'ailleurs, en 1932, on a mis dans le commerce une solution de sulfates d'alcaloïdes d'*Anabasis aphylla* L.

B) Action de quelques espèces nord-africaines sur le Cobaye et le Poisson

Avec les trois espèces africaines suivantes : *Anabasis prostrata* Pomel, *Anabasis aretioides* Moq. et Coss. et *Haloxylon tamariscifolium* Fau, nous avons préparé des solutions alcaloïdiques qui nous ont servi, d'une part à faire quelques essais de toxicité sur les cobayes et sur les poissons, d'autre part à expérimenter par voie intraveineuse chez le chien.

Chez le cobaye, nous avons utilisé une solution contenant les alcaloïdes totaux de la plante, à l'état de chlorhydrates, suivant la méthode indiquée dans la partie chimique de ce travail (voir page 106).

1° *Anabasis prostrata* Pomel. — En injectant au cobaye, par voie intrapéritonéale, 1 cm³ par kgr. d'une solution

(1) M. J. LEONTIEV. — L'effet pharmacodynamique de l'anabasine combinée avec la matière protéinique. *Arch. internat. de Pharmacod. et de Thérapie*, 1936, 54, pp. 329-339.

dont 1 cm³ correspond à 1 gramme de plante, il n'a été constaté aucun effet apparent;

2° *Anabasis aretioides* Moq. et Coss. — En injectant de même 1 cm³ par kgr. d'une solution dont 1 cm³ correspondait à 1 gramme de plante, nous n'avons obtenu non plus aucun effet apparent.

En solution plus concentrée, 1 cm³ par kgr. de solution dont 1 cm³ correspondait à 5 grammes de plante, il n'a encore rien été observé;

3° Dans le cas de l'*Haloxylon tamariscifolium* Pau, une solution contenant les alcaloïdes totaux et dont 1 cm³ correspondait à 1 gramme de plante a provoqué chez le cobaye, à la dose de 2 cm³ par kilogramme, de violentes convulsions, quelquefois suivies de la mort de l'animal.

Nous avons également injecté une solution aqueuse dosée à 1 % de l'alcaloïde huileux dextrogyre :

avec 0,01 par kilogramme, aucun effet;

avec 0,02 par kilogramme, dyspnée.

Cet alcaloïde est donc peu toxique, si on le compare à l'anabesine.

De plus, à la concentration de 1 p. 1.000, il ne s'est pas montré toxique pour les poissons rouges.

Il en a été de même, à la dose de 1 p. 1.000, pour les alcaloïdes totaux des deux *Anabasis* étudiés à ce point de vue.

c) Action sur le Chien chloralosé

D'autre part, il a été également effectué quelques expériences sur le chien anesthésié au chloralose à la dose de 0 gr. 10 par kilogramme et chez lequel on enregistrerait les variations de la pression artérielle prise à la fémorale, les solutions étant injectées dans la veine saphène externe.

1° *Anabasis prostrata* Pomel. — L'injection de 1 cm³ par kilogramme d'une solution aqueuse représentant par centimètre cube les alcaloïdes de 2 grammes de plante est sans effet appréciable. Une dose double amène une légère hypertension, avec augmentation de l'indice oscillographique et diminution du volume du rein.

2° *Anabasis aretioides* Moq. et Coss. — L'injection par voie intraveineuse d'une solution aqueuse de chlorhydrates d'alcaloïdes totaux dont 1 cm³ correspond à 4 grammes de plante n'a provoqué aucune modification de la pression artérielle. Une dose double est également restée sans résultats appréciables.

3° *Haloxylon tamariscifolium* Pau. — Cette espèce s'est révélée beaucoup plus active que les deux précédentes. En effet, l'injection de 1 cm³ par kilogramme d'une solution correspondant à 1 gramme de plante s'est montrée nettement hypotensive (la pression artérielle baisse de 4 à 5 centimètres de mercure, l'hypotension est quelquefois précédée d'une légère hypertension).

Les effets s'accroissent si l'on augmente la dose : avec des solutions quatre à cinq fois plus concentrées, il y a chute brusque de la tension et mort en quelques minutes, l'animal présentant de fortes convulsions.

Enfin, signalons que l'action déprimante sur la pression artérielle obtenue par l'injection des chlorhydrates des alcaloïdes totaux de l'*Haloxylon tamariscifolium* n'est nullement modifiée après injection d'atropine ou double vagotomie, ce qui indique que les phénomènes observés ne relèvent pas d'une excitation du système para-sympathique.

Nous avons retrouvé des phénomènes analogues avec l'alcaloïde huileux lévogyre extrait du même *Haloxylon*

tamariscifolium et employé à la dose de 0,005 à 0,01 par kilogramme du poids de l'animal.

Cet alcaloïde lévogyre provoque, dans ces conditions, une hypertension avec augmentation de l'indice oscillographique. Il y a en même temps vaso-constriction rénale. Quant à la respiration, elle est peu modifiée; toutefois, dans certains cas, nous avons constaté une certaine accélération du rythme et une augmentation de l'amplitude respiratoire.

L'hypertension est quelquefois suivie d'une période d'hypotension.

Les alcaloïdes de l'*Haloxylon tamariscifolium* sont donc beaucoup moins actifs que ceux de l'*Anabasis aphylla*. Néanmoins, et bien que de nouvelles expériences soient nécessaires à ce sujet, il semble que leurs effets pharmacodynamiques, au moins en ce qui concerne la pression artérielle chez le chien, soient de même sens, comme nous avons pu nous en rendre compte en comparant ces résultats avec ceux obtenus d'une part avec la nicotine, d'autre part avec l'anabasine que nous avons extraite d'une solution d'alcaloïdes totaux d'*Anabasis aphylla* provenant des Etats-Unis d'Amérique et employée dans ce pays comme insecticide. Mais avant d'apporter des conclusions fermes à ce sujet, il faudrait reprendre ces expériences avec des alcaloïdes soigneusement purifiés.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le but de ce travail était l'étude des *Anabasis* de l'Afrique du Nord et de l'espèce voisine *Haloxylon tamariscifolium* Pau, au triple point de vue botanique, chimique et pharmacodynamique.

Après avoir rappelé les caractères généraux des Chénopodiacées et les caractères particuliers des deux genres que nous venons de citer, puis fait un court historique des espèces envisagées, nous avons pensé qu'il n'était pas inutile d'ajouter à ces plantes de l'Algérie et du Maroc l'*Anabasis aphylla* L., plante abondante dans certaines régions de la Russie et de l'Iran, qui a même été retrouvée au Maroc, mais présente, selon ces différents pays, quelques variations morphologiques.

Cette dernière espèce étant prise comme type histologique, nous avons étudié successivement l'*Anabasis prostrata* Pomel, l'*Anabasis aetnoides* Moq. et Coss., l'*Anabasis articulata* Moq. et l'*Haloxylon tamariscifolium* Pau.

L'adaptation commune de ces plantes à l'habitat subdésertique ou à une vie halophyte a déterminé chez elles l'apparition progressive d'un certain nombre de particularités qui permettent de les classer réellement côte à côte.

En premier lieu, la racine et la tige présentent une structure dissymétrique, due au développement de formations surnuméraires qui bouleversent la structure du cylindre central dans la partie souterraine comme dans la tige.

Le plus souvent, les faisceaux libéro-ligneux surnuméraires observés vers le collet et dans la partie basse de la tige se succèdent selon une disposition type spiralee.

L'apparition d'îlots de tissu criblé interligneux dans la région inférieure et la région moyenne de la tige chez l'*Anabasis aphylla*, constitue une particularité des plus notables. Rappelons que des îlots analogues ont été décrits et leur mode de formation précisé par M. le Professeur Em. PERROT chez la plupart des *Strychnos*, où cette apparition résulte du fonctionnement inégal des assises du cambium.

Les feuilles sont engainantes et soudées deux à deux par leur base; parfois cette gaine foliaire suit la tige sur toute la longueur d'un entrenœud; les parties libres des deux feuilles opposées sont très réduites. Par suite de cette disposition, l'épiderme inférieur se trouve orienté vers l'extérieur, et comme cette face, devenue externe, reçoit plus de lumière que l'autre, appliquée contre la tige, il en résulte que l'assise palissadique chlorophyllienne se développe vers la face inférieure (et non vers la face supérieure) de la feuille, tant dans la partie libre que dans la partie engainante de cette feuille; de plus elle est protégée, contre une insolation trop violente, par un hypoderme plus ou moins développé.

L'histologie révèle, en outre, tant dans la tige que dans la feuille, la présence d'une gaine constituée d'une seule assise de cellules à peu près isodiamétriques pourvues de parois plus ou moins épaisses, accolée en dedans de la couche palissadique. Cette assise si caractéristique constitue vraisemblablement un mode de défense du végétal contre la transpiration et la dessiccation.

Malgré de multiples efforts, nous n'avons pu nous procurer de jeunes plants ni de graines, qui eussent été

nécessaires pour poursuivre l'étude de leur développement depuis la germination jusqu'à l'âge adulte. D'autre part, la grande dureté des tissus, et en partie la présence de sable désertique fin, ont beaucoup compliqué notre travail en rendant la pratique des coupes extrêmement difficile.

Au point de vue chimique, nous avons rappelé les belles recherches de M. ORECHOFF sur l'*Anabasis aphylla* et tenté un examen comparatif entre cette espèce et les plantes africaines étudiées.

L'une d'elles, l'*Haloxylon tamariscifolium*, s'est montrée aussi richement pourvue en substances de nature alcaloïdique que l'*Anabasis aphylla*, mais les deux produits obtenus à partir de cet *Haloxylon* paraissent différents de ceux de l'*Anabasis aphylla* : l'un est cristallisable, fusible à $+176^{\circ}$, l'autre est liquide, mais lévogyre, tandis que l'anabasine est dextrogyre.

L'*Anabasis prostrata* et l'*Anabasis aretioides* donnent faiblement, mais nettement, la réaction des alcaloïdes. Il est donc permis d'insister sur cette composition chimique, la présence d'alcaloïdes ayant été signalée pour la première fois, dans cette famille, il y a seulement quelques années, chez l'*Anabasis aphylla*.

Au point de vue pharmacodynamique, les espèces nord-africaines, sans être inactives, semblent cependant moins toxiques et moins actives que l'espèce du Turkestan russe.

Nous ne nous dissimulons pas que cet essai laisse encore bien des points obscurs et qu'il contient peut-être quelques interprétations inexactes.

Quoi qu'il en soit, nous espérons que les résultats de l'examen histologique, puis chimique et pharmacologique auquel nous nous sommes livrée, seront susceptibles de servir de base à de nouvelles recherches, pour lesquelles

un copieux matériel est nécessaire en ce qui concerne l'étude chimique et pharmacodynamique; d'un autre côté, des échantillons issus de germinations et d'origine certaine permettront seuls d'expliquer avec assurance le développement de structures difficiles à concevoir dans leurs rapports avec les autres espèces de Chénopodiacées.

Vu,

Le Président de la Thèse :

Em. PERROT.

Vu,

Le Doyen de la Faculté :

P. GUÉRIN.

Vu, bon à imprimer,

Le Recteur :

S. CHARLÉTY.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ANITCHKOV (S. V.). — L'anabesine, poison ganglionnaire. *Arch. internat. de Pharmacod. et de Thérapie*, 1935, **51**, n° 4, pp. 367-380.

ANITSCHKOW (S. V.) (*sic*). — Ueber die Wirkung Cytisins, Coniins und anderer ganglionärer Gifte auf die Receptoren des Sinus caroticus. *Archiv. internat. de Pharmacod. et de Thérapie*, janvier 1937, **55**, n° 1, pp. 61-75.

ARCICHOWSKIJ (V.). — Growth of the Saxaul and the structure of its trunk. *Bull. of appl. Botany, of Genetics and Plant-breeding*, Leningrad, 1928, **19**, pp. 356-358, par : *Rev. de Bot. appliq.*, 1930, **10**, n° 104, pp. 277-278.

ASRATJAN (S.). — Actions des poisons ganglionnaires (nicotine, lobéline, anabesine, cytisine, iodure de tétraméthylammonium, coniine, spartéine) sur le sinus carotidien. *Thèse*, Lénin-grad, 1936 (cité par ANITSCHKOW, 1937, pp. 67 et 74).

BAILLON (H.). Dictionnaire de Botanique. Paris, Hachette édit., I, 1876, pp. 160, 484, 635 et 776-777; III, 1891, p. 9.

BAILLON (H.). — Histoire des Plantes. Paris, Hachette édit., IX, 1888, pp. 142-144 et 158-217.

BATTANDIER (J.-A.) et TRABUT (L.). — Flore de l'Algérie. Dicotylédones. Alger et Paris, 1888-1890, pp. 675-676.

BAUMERT (Georg). — Zur Kenntniss der Lupinenalkaloide. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1881, **14**, pp. 1150-1153, pp. 1321-1323, pp. 1880-1882, pp. 1882-1884.

BENTHAM (G.) et HOOKER (J. D.). — Genera Plantarum. Londini, III, 1883, pp. 43-78.

BOGDANOF-KAT'KOV. — Anabesine and its application. *Rev. of applied Entomology*, 1933, **21**, pp. 579-580, par : *Rev. de Bot. appl.*, févr. 1934, **14**, n° 150, p. 172.

BOISSIER (Edm.). — Flora orientalis. Genevae, Basileae, Lugduni, IV, 1879, pp. 948-970.

BONNIER (G.) et LECLERC DU SABLON. — Cours de Botanique. Phanérogames. Paris, 1905, pp. 986-994.

BOULOUMOY (L.). — Flore du Liban et de la Syrie. Paris, Vigot fr. édit., 1930, p. 294 et pl. 375 (3).

BUNGE (AL.). — Revisio Anabasearum. *Mém. des Savants étr. de l'Ac. de Saint-Pétersbourg*, 1851, 7, p. 468.

BUNGE (AL.). — Anabasearum Revisio. *Mém. de l'Acad. des Sc. de Saint-Pétersbourg*, 1862, 7^e sér., IV, n° 11, 102 p. et 3 pl. hors texte.

BUNGE (AL.). — Enumeratio Salsolacearum omnium in Mongolia hucusque collectarum. *Bull. de l'Acad. impér. des Sc. de Saint-Pétersbourg*, 1879, 25, *Mélanges biologiques*, 10, pp. 275-306.

BUNGE (AL.). — Pflanzen-geographische Betrachtungen über die Familie der Chenopodiaceen. *Mém. de l'Acad. impér. des Sc. de Saint-Pétersbourg*, 1880, 7^e sér., 27, n° 8, 36 p. in-4°.

CAMPBELL (F. L.), SULLIVAN (W. N.) et SMITH (C. R.). — Die relative Giftigkeit von Nicotin, Anabasin, Methylanabasin und Lupinin gegenüber Moskitolarven. *J. of econ. Entomol.*, avril 1933, 26, pp. 500-508, par : *Chem. Zentr.*, 1933, II (1), p. 113.

CASSOLA. — Sur la lupinine. *J. de Chim. médic.*, nov. 1834, 10, pp. 688-689.

CHEVALIER (Aug.). — Les Plantes à cultiver dans les déserts et spécialement dans le Sahara. *C. R. Acad. des Sc. coloniales*, 1928, 10, pp. 499-509.

CHEVALIER (Aug.). — Ressources végétales du Sahara et de ses confins Nord et Sud. Paris, 1932, pp. 210-212, et : *Rev. de Bot. appl.*, 1932, 12, pp. 878-880.

CRAIG (Lyman C.). — Synthesis and Physiological Action of Alpha Substituted N-Methylpyrrolidines. *J. of amer. chem. Soc.*, juin 1933, 55, pp. 2543-2550.

CRAIG (Lyman C.) et RICHARDSON (Charles H.). — Insekticide Wirkung von heterocyclischen Stickstoffverbindungen. *Iowa State College J. Sci.*, juillet 1933, 7, pp. 477-485. par : *Chem. Zentralbl.*, 1933 (II), p. 2445.

DOUBIANSKY (W.). — Les psammophytes des déserts du Turkestan et leur rôle dans l'évolution des dunes. *Rev. de Botan. appl.*, 1930, 10, pp. 73-84, 143-155, 232-234.

DRAGENDORFF (G.). — Die Heilpflanzen. Stuttgart, 1898, p. 198.

EHRENSTEIN (Maximilian). — Zur Kenntnis der Alkaloide des Tabaks. *Archiv der Pharm.*, 1931, 269, pp. 627-659.

ENDLICHER (S.). — Genera Plantarum secundum ordines naturales disposita. Vindobonae, 1836-1850, pp. 291-300.

ENGLER (A.). — *In* : ENGLER et DRUDE. Die Vegetation der Erde. IX : Der Pflanzenwelt Afrikas. Teil, I, 1910, p. 17 (fig. 10) et p. 29 (fig. 27).

FENZL (Ed.). — *In* : LEDEBOUR (C. F.). Flora rossica. Stuttgartiae, III, 1846-1851, pp. 819-828.

FRON (G.). — Recherches anatomiques sur la racine et la tige des Chénopodiacées. *Thèse Doct. Sc. naturelles*, Paris, 1899, et : *Ann. des Sc. naturelles, Botanique*, 1899, 8^e sér., **9**, p. 195 (fig. 8).

GERSDORFF (W. A.). — A Comparison of the Toxicity of Nicotine and Anabasine. *J. of amer. chem. Soc.*, juillet 1933, **55**, pp. 2941-2945.

GINSBURG (Joseph M.), SCHMITT (John B.) et GRANETT (Philipp). — Comparative Toxicity of Anabasine and Nicotine Sulphates to Insects. *J. of agricult. Research*, 15 août 1935, **51**, n° 2, pp. 349-354.

GUIGNARD (L.). — Le Jardin botanique de la Faculté de Pharmacie de Paris, 4^e édit., revue et mise à jour par P. GUÉRIN. Paris et Toulouse, 1929, pp. 15 et 79-83.

JAHANDIEZ (Em.) et MAIRE (René). — Catalogue des Plantes du Maroc. II, Dicotylédones Archichlamydées. Alger, 1932, pp. 179-190, et III, p. 874.

HAAG (H. B.). — A contribution to the Pharmacology of Anabasine. *J. of Pharmacol. and exper. Therapeutics*, mai 1933, **48**, n° 1, pp. 95-104.

JUSSIEU (Antoine-Laurent DE). — Genera Plantarum secundum ordines naturales disposita. Parisiis, 1789, pp. 83-86.

KARRER (P.), CANAL (F.), ZOHNER (K.) et WIDMER (Rose). — Ueber Lupinin. *Helv. chim. Acta*, 1928, **11**, pp. 1062-1084.

KARRER (P.) et VOGT (A.). — Zur Kenntnis des Lupinins. *Helv. chim. Acta*, 1930, **13**, pp. 1073-1077.

KATZNELSOHN (M. M.) et KABATCHNICK (M. I.). — Introduction du groupe aminé dans les composés de la série des alcaloïdes par action de l'amidure de Na et de K. 1^{re} communic. sur l' α -amino-anabasine. *Bull. Soc. chim. de France*, 1935, 5^e sér., **2**, pp. 521-525.

KABATCHNICK (M. I.) et KATZNELSOHN (M. M.). — Introduction du groupe aminé dans les composés de la série des alcaloïdes par action des amidures de Na et de K. 2^e communic. sur l' α -amino-anabasine. *Bull. Soc. chim. de France*, 1935, 5^e sér., **2**, pp. 576-582.

LAPIE (G.) et MAIGE (A.). — Flore forestière de l'Algérie. Paris, 1915, Orlhac édit., pp. 97 et 234-236.

LEONTIEV (M. J.). — L'effet pharmacodynamique de l'anabasin combinée avec la matière protéinique. *Arch. internat. de Pharmacod. et de Thérapie*, 1936, **54**, pp. 329-339.

LINNÉ (C.). — *Amoenitates academicae*. Upsaliae, II, 1751, p. 347.

LINNÉ (C.). — *Species Plantarum*. Holmiae, I, 1753, pp. 218-223.

MENSCHIKOFF (G.), LOSSIK (M.) et ORECHOFF (A.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (VIII. Mitt.) : Ueber einige Oxydationsprodukte des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1157-1158.

MENSCHIKOFF (G.), GRIGOROWITSCH (A.) et ORECHOFF (A.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (IX. Mitt.) : Ueber die Oxydation des Methyl- und Benzoyl-Anabasin-Jodmethyllats. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1398-1402.

MENSCHIKOFF (G.) et GRIGOROWITSCH (A.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (XII. Mitt.) : Versuche zur Synthese des Anabasins und Beiträge zur Chemie des α , β -Dipyritydyls. *Ber. d. d. chem. Ges.*, mars 1936, **69**, pp. 496-499.

MEYER (C. A.). — In : LEDEBOUR (C. F.), MEYER (C. A.) et BUNGE (Al.). — *Flora altaica*. Berolini, I, 1829-1833, pp. 370-378.

MONTEIL (Paul). — Anatomie comparée de la feuille des Chenopodiacées. *Thèse Doct. Univ. Paris (Pharm.)*, juill. 1906.

MOQUIN (A.). — Premier mémoire sur la famille des Chenopodées. Essai sur le genre *Suaeda* et les Chenopodées les plus voisines. *Ann. des Sc. natur.*, Paris, 1831, **23**, pp. 274-325.

MOQUIN-TANDON (A.). — In : DE CANDOLLE, *Prodromus systematis universalis regni vegetabilis*. Parisiis, XIII, II, 1849, pp. 41-219.

MOQUIN-TANDON (A.) et COSSON (E.). — Description d'une nouvelle espèce d'*Anabasis*. *Bull. Soc. botan. de France*, 23 mai 1862, **9**, pp. 299-301 et pl. II.

NELSON (O. A.). — Some physical Constants of Anabasin. *J. of amer. chem. Soc.*, 1934, **56**, pp. 1989-1990.

O'BYRNE (S. M. Edward). — Die ultraroten Absorptionsspektren einiger Alkaloide. *J. opt. Soc. America*, mars 1933, **23**, pp. 92-100, par : *Chem. Zentralbl.*, 1933, II, p. 1481.

ORECHOFF (A.). — Sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla*. *C. R. Ac. Sc.*, 25 nov. 1929, **189**, p. 945.

ORECHOFF (A. P.) et MENSCHIKOFF (G. F.). — Recherches sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla*. *Bull. Instit. chim. pharm. russe*, 1931, n° 1, pp. 1-7.

ORECHOFF (A.) et MENSCHIKOFF (G.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla* L. (I. Mitt.). *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, **64**, pp. 266-274.

ORECHOFF (A.) et MENSCHIKOFF (G.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (II. Mitt.) : Zur Konstitution des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, **65**, pp. 232-234.

ORECHOFF (A.) et MENSCHIKOFF (G.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (II. Mitt.) : Ueber die hochsiedenden Basen. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, **65**, pp. 234-241.

ORECHOFF (A.) et NORKINA (S.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (IV. Mitt.) : Ueber N-Alkyl-Derivate des Anabasins, sowie über das angebliche Vorkommen von Methyl-Anabasin in *Anabasis aphylla*. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1932, **65**, pp. 724-729.

ORECHOFF (A.) et NORKINA (S.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla* L. (V. Mitt.) : Ueber das N-Amino-anabasin und über racemisches Anabasin. *Ber. d. d. chem. Ges.*, juill. 1932, **65**, pp. 1126-1130.

ORECHOFF (A.) et BRODSKY (D.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (VI.). Ueber die Hydrierung des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1933, **66**, pp. 466-468.

ORECHOFF (A.). — Ueber die Konstitution des Anabasins. Bemerkungen zu der Mitteilung von A. WENUSCH und R. SCHÖLLER : Beitrag zur Kenntnis der Konstitution des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, p. 1606.

ORECHOFF (A.) et NORKINA (S.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (X. Mitt.) : Ueber die Reduktion des Aphyllidins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1845-1849.

ORECHOFF (A.), NORKINA (S.) et MAXIMOWA (T.). — Ueber die Alkaloide von *Anabasis aphylla*. (XI. Mitt.) : Ueber den Hofmannschen Abbau des Aphyllidins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1974-1979.

ORECHOFF (P. A.) et NORKINA (S. S.). — Ueber Alkyl-derivate des Anabasins. (IV. Mitt.). Das scheinbare Vorkommen von Methylanabasin in *Anabasis aphylla*. *Chemiko-pharmazewtits. Promyschlenost*, 1932, pp. 407-411, par : *Chem. Zentralbl.*, 1933, II, p. 3287.

ORECHOFF (A.) et PROSKURNINA (N.). — Ueber die Alkaloide von *Salsola Richteri*. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1933, **66**, pp. 841-843.

ORECHOFF (A.) et PROSKURNINA (N.). — Ueber die Alkaloide von *Salsola Richteri*. (II. Mitt.). Die Konstitution des Salsolins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 878-884.

PERROT (Em.). — Le tissu criblé. *Thèse d'Agrégation*. Paris, 1899.

PICTET (A.) et CREPIEUX (P.). — Ueber Phenyl- und Pyridylpyrrole und die Constitution des Nicotins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1895, **28**, pp. 1904-1912.

PICTET (A.) et CREPIEUX (P.). — Ueber die Hydrirung des Nicotyryns. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1898, **31**, pp. 2018-2022.

PICTET (Amé.). — Ueber die Reduction des Nicotyryns zu inactivem Nicotin. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1900, **33**, pp. 2055-2056.

PICTET (A.) et ROTSCHY (A.). — Sur trois nouveaux alcaloïdes du tabac *C. R. Ac. Sc.*, 1901, **132**, pp. 971-972, et : *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1901, **34**, p. 696.

PICTET (A.) et ROTSCHY (A.). — Synthese des Nicotins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1904, **37**, pp. 1225-1235.

PINNER (A.). — Ueber Nicotin. (IV. Mitth.). *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1892, **25**, pp. 2807-2821.

PINNER (A.). — Ueber Nicotin. Die Constitution des Alkaloids. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1893, **26**, pp. 292-305.

PINNER (A.). — Ueber Nicotin. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1893, **26**, pp. 765-771.

POMEL (A.). — Nouveaux matériaux pour la Flore atlantique. Paris et Alger, II, 1875, pp. 334-335.

SARGUINE (K. D.). — Etude pharmacologique de l'anabasiné. *Chemikopharmaceutits. Promyschlenost*, 1934, et : *Rev. de Pharmacol. et de Thérap. expér.*, juill. 1934, **3**, n° 1, pp. 32-37.

SCHÖPF (Clemens). — Ueber die Alkaloide der Lupinen. *Ann. der Chemie*, 1928, **465**, pp. 97-116.

SCHÖPF (Cl.), SCHMIDT (Erich) et BRAUN (W.). — Zur Kenntnis des Lupinins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, **64**, pp. 683-691.

SMITH (C. R.). — Dipyrityls from Pyridine. *J. of amer. chem. Soc.*, 1924, **46**, pp. 414-419.

SMITH (C. R.). — Skraup's Reaction applied to the Phenylenediamines. Preparation of the Phenanthrolines and related Dipyrityls. *J. of amer. chem. Soc.*, 1930, **52**, pp. 397-403.

SMITH (C. R.). — Comparative Toxicity of Nicotine and Neonicotine. *J. of econ. Entomology*, 1930, **23**, p. 863.

SMITH (C. R.). — Neonicotine and isomeric Pyridylpiperidines. *J. of amer. chem. Soc.*, 1931, **53**, pp. 277-283.

SMITH (C. R.). — *J. of econ. Entomology*, 1931, **24**, p. 1108.

SMITH (C. R.). — Identity of Neonicotine and the Alkaloid Anabesine. *J. of amer. chem. Soc.*, 1932, **54**, pp. 397-399.

SMITH (C. R.). — Occurrence of Anabesine in *Nicotiana glauca* R. Grah. (Solanaceae.) *J. of amer. chem. Soc.*, 1935, **57**, pp. 959-960.

SOLMS-LAUBACH (H.). — Ueber die in Oase Biskra und deren nächster Umgebung wachsenden spiroloben Chenopodeen. *Zeitschr. für Botanik*, 1909, **1**, pp. 155-194.

SPÄTH (E.), ORECHOFF (A.) et KUFFNER (F.). — Konstitution und Synthese des Salsolins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1214-1217.

SPÄTH (E.) et MAMOLI (Luigi). — Eine neue Synthese des *d, l*-Anabasins (VII. Mitt. über Tabak-Alkaloide). *Ber. d. d. chem. Ges.*, mai 1936, **69**, pp. 1082-1085.

VOLKENS (G.). — Chenopodiaceae, Basellaceae, in : ENGLER (A.) et PRANTL (K.). Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, III, **1**, a, 1893, pp. 43-91 et 124-128.

WENUSCH (Ad.) et SCHÖLLER (R.). — Beitrag zur Kenntnis der Konstitution des Anabasins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1934, **67**, pp. 1344-1345.

WILLSTÄTTER (R.) et FOURNEAU (E.). — Zur Kenntnis des Lupinins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1902, **35**, pp. 1910-1926, et : *Archiv der Pharm.*, 1902, **240**, pp. 335-344.

WINTERFELD (K.). et HOLSCHNEIDER (F. W.). — Ueber die Konstitution des Lupinins. (I. Mitt.). *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, **64**, pp. 137-150.

WINTERFELD (K.). — Erwiderung auf die Veröffentlichung von Cl. SCHÖPF, Erich SCHMIDT und W. BRAUN : Zur Kenntnis des Lupinins. *Ber. d. d. chem. Ges.*, 1931, **64**, pp. 692-693.

